



O-91161

Kvina- vassdraget

Resipient-
undersøkelse
1990 - 1991

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-91161	Undernr.:
Løpenr.: 2853	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 76 653	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: KVINAVASSDRAGET - resipientundersøkelser	Dato: Februar 1993	Trykket: 1993
Forfatter(e): Frode Kroglund Pål Brettum Mette C. Lie	Faggruppe: Vassdrag	Geografisk område: Vest-Agder
	Antall sider: 46	Opplag:

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	---

Ekstrakt: Vannkvaliteten i Kvina, Litleåna, Sløåna og Knabeåni ble undersøkt fra høsten 1991 til høsten 1992 med hensyn til næringssalter, bakterier og bunndyr. Hovedproblemstillingene har vært: 1) Tilstandsundersøkelse av Kvina med tilstøtende sidevassdrag. 2) Tungmetallundersøkelse av vann nedstrøms Knaben gruver. 3) Trofivurdering av Fjotlandsvatn. Kun Sløåna og innsjøen Fjotlandsvatn hadde uønsket tilstand med hensyn til næringssalter. Vassdraget var i hovedsak egnet til bading (antall bakterier/100 ml < 50), dog forekom episoder med høye bakterie-tall som indikerer redusert badevannskvalitet. Det er noe tungmetallavrenning fra Knaben gruver. Endret bruk av gruvedepioniet kan medføre økt tungmetallavrenning til Kvina.

4 emneord, norske

1. Resipientundersøkelse
2. Eutrofiering
3. Sur nedbør
4. Evertebrater

4 emneord, engelske

1. Pollution controle
2. Eutrofication
3. Acid rain
4. Invertebrates

Prosjektleder

Frode Kroglund

Frode Kroglund

For administrasjonen

Dag Berge

Dag Berge

ISBN 82-577-2251-0

KVINAVASSDRAGET

Resipientundersøkelse

O-91161

**FRODE KROGLUND
PÅL BRETTUM
METTE C. LIE**

Forord

På forespørsel fra Miljøvernavdelingen i Vest-Agder utarbeidet NIVA et undersøkelsesprogram for Kvinavassdraget. Dette ble oversendt Miljøvernavdelingen v/Jon Egil Vinje 26. september 1991. Programmet består av flere delundersøkelser.

Følgende problemstillinger ble knyttet sammen i programforslaget:

- 1) Tilstandsundersøkelse av Kvina med tilstøtende sidevassdrag.
- 2) Tungmetallundersøkelse av vann nedstrøms Knaben gruber.
- 3) Trofivurdering av Fjotlandsvatn.

Feltarbeidet ble gjennomført fra 12. september 1991 til 14. oktober 1992.

Det rettes en stor takk til Syvert Træland for den innsats han utførte ved gjennomføringen av feltarbeidet. Uten hans evne til selvstendige beslutninger hadde deler av prosjektet vært vesentlig vanskeliggjort.

Vannanalysene er utført av Agder Distriktshøyskole (ADH), mens Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder, Kvinesdal har utført bakterieanalysene. NIVA har utarbeidet program og bearbeidet resultatene frem til denne rapporten. Kontaktperson ved miljøvernavdelingen var Jon Egil Vinje.

Rapporten oppsummerer resultatene fra alle delundersøkelsene.

Grimstad,
Februar 1993

Frode Kroglund

INNHold

1. INNLEDNING	7
2. VASSDRAGSBESKRIVELSE.....	8
2.1. HYDROLOGI.....	10
3. METODE	11
3.1. VANNETS FORVENTEDE NATURTILSTAND, TILSTANDS- KLASSER OG FORURESNINGSGRAD.....	12
4. RESULTATER.....	16
4.1. TILSTANDSANALYSE OG FORURESNINGSGRAD AV KVINA MED TILHØRENDE SIDEVASSDRAG	16
4.2. TUNGMETALLAVRENNING FRA KNABEN GRUBER.....	19
4.3. FJOTLANDSVATN.....	20
4.3.1. PLANTEPLANKTON, Fjotlandsvatn.....	22
4.4. BUNNDYRUNDESRØKELSER I KVINAVASSDRAGET	24
4.4.1. Forekomst av bunndyr i Kvinavassdraget. (Trent biotiske indeksberegninger).	24
5. DISKUSJON	26
5.1. EUTROFIERING	26
5.2. TUNGMETALLER.....	27
5.3. SURHET.....	27
5.4. BAKTERIER/HYGIENE	27
5.5. PÅVIRKNING AV FEDAFJORDEN, næringssalter og tungmetaller	28

SAMMENDRAG

Kvinavassdraget har blitt undersøkt fra september 1991 oktober til 1992. Hovedproblemstillingene var:

- 1) Tilstandsundersøkelse av Kvina med tilstøtende sidevassdrag.
- 2) Tungmetallundersøkelse av vann nedstrøms Knaben gruber.
- 3) Trofivurdering av Fjotlandsvatn.

I undersøkelsen er det benyttet både biologiske og vannkjemiske metoder for å undersøke og fastsette forurensningsgrad til vassdraget samt innsjøen Fjotlandsvatn. De undersøkte stasjonene er klassifisert etter tilstandsklasse og forurensningsgrad. Tilstandsklasse- og forurensningsgradklassifiseringen er diskutert i detalj i metodekapittlet. Tilstandsklassen beskriver vannkvaliteten slik den er idag, uten å ta stilling til hvorvidt resipienten er forurenset eller ikke. Tilstandsklassen benyttes for egnethetsvurderinger, det vil si, hvilke bruksområder vannkilden egner seg for. Tilstandsklassene graderes med romertall 1-5 (I-IV), med laveste verdi (I) for vann hvor stor grad av renhet er påkrevd (drikkevann). Forurensningsklasse er et forholdstall mellom vannets nåtilstand (nåværende vannkemi) og vannets forventede tilstand (forventet vannkemi dersom det ikke var menneskelig aktivitet i nedslagsfeltet). Forurensningsklassene graderes med numrene 1-5, hvor tallene betyr 1=lite-, 2=moderat-, 3=markert-, 4=sterkt- og 5=meget sterkt forurenset.

Tilstandsklassifisering av vassdraget er vist i tabell I. Med unntak av Sløåna og Fjotlandsvatn var tilstanden i vassdraget akseptabel for de fleste bruksområder med hensyn til næringssalter. Den organiske belastningen i vassdraget økte nedstrøms Kvinlog, men ikke til foruroligende verdier. Bakteriekonsentrasjonen var periodisk høyere enn forsvarlig på de fleste stasjoner. Konsentrasjonen var uakseptabel nederst i Knabeåni og Sløåna.

Tabell I. Tilstandsklassifisering av 6 stasjoner i Kvina (Kv), 3 stasjoner i Knabeåni (Kn), 1 stasjon i Sløåna (Sl) og 2 stasjoner i Litleåna (Li).

Vassdrag	K n 1	Kn 2	Kn 3	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kv 6	Sl 2	Li 1	Li 2	FJ
Fosfor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	III	I	I	III
Nitrogen	II	II	II	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II
Forsuring	V	IV	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV
Org. belastning	I	I	I	I	I	II	II	II	II	III	II	II	I
Mikrobiol. belastning	II	II	III	I	II	I	II	II	II	II	II	II	I

Med unntak av Sløåna og Fjotlandsvatn var forurensningsgraden lav for næringssalter og organisk belastning. Det ble registrert en liten økning i nitrogenkonsentrasjonen på stasjon 2 i Litleåna i forhold til stasjon 1 (tabell II). Forekomsten av bunndyr bekrefter den lite forurensede vannkjemiske tilstanden i vassdraget. Trent biotiske indeksverdi (se metodekap; indekssystem for klassifisering av vannkvaliteter) var høyere enn 5 på de fleste stasjonene.

Fjotlandsvatn var markert forurenset med hensyn til fosfor, men nitrogenkonsentrasjonen var akseptabel. Det var ikke samsvar mellom forurensningsgrad basert på vannkjemiske målinger

og forurensningsgrad basert på planteplankton. Dette kan skyldes den lave pH registrert i innsjøen. Lav pH kan virke veksthemmende på alger. Bakteriefunn høsten 1992 viser at Fjotlandsvatn er påvirket av forurensninger. Årsaken til forskjeller i forurensningsgrad med hensyn til vannkjemi og planteplankton er ikke avklart, men tiltak for å redusere tilførsler av avføring (dyr eller mennesker) er ønskelig.

Tabell II. Forurensningsgrad for 6 stasjoner i Kvina (Kv), 3 stasjoner i Knabeåni (Kn), 1 stasjon i Sløåna (Sl) og 2 stasjoner i Litleåna (Li).

Vassdrag	Kn 1	Kn 2	K n 3	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kv 6	Sl 2	Li 1	Li 2	FJ
Fosfor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
Nitrogen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Forsuring	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Org. belastning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Mikrobiol. belastning	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1

Det transporteres årlig ca. 4 tonn fosfor og 160 tonn nitrogen (totalverdier) fra Kvinavassdraget til Fedafjorden. Beregnet pr areal (km²) var transporten av fosfor fra Kvina i samme størrelsesorden som fra Songdalsvassdraget (7 vs. 9 kg/km²), men nitrogentransporten var vesentlig lavere (280 vs 1000 kg/km²).

Tungmetallkonsentrasjonen var høy for kopper i hele vassdraget (tabel III). Høye konsentrasjoner også ved Liknes gjør at avgangen fra Knaben gruber ikke kan være eneste kilde til forurensningene. Konsentrasjonen av bly og molybden var høy øverst i Knabeåni, men lav i resten av vassdraget. Disse elementene er mobilisert fra deponiet, men fortynnet nedover i vassdraget. Den relativt høye bly- og molybdenkonsentrasjonen øverst i Knabeåni viser muligheter for forverring av forurensningsgraden dersom avrennings-forholdene endres ved annen bruk av området. SFT har ikke fastsatt tilstandsgrenser for molybden. Tilstandsklassen til dette tungmetallet er derfor ikke fastsatt. Kopperkonsentrasjonen i vassdraget er tilstrekkelig høy til å virke negativt inn på forekomsten av bunndyr (næringsdyr for fisk). Bunndyrstasjonene i Knabeåni var de eneste hvor døgnfluer ikke ble påvist. Hvorvidt dette kan tilskrives tungmetaller er usikkert, men kan ikke utelukkes før toleransegrenser fastsettes.

Sur nedbør øker konsentrasjonen av tungmetaller i vann. Aluminiumskonsentrasjonen skyldes sur nedbør.

Tabell III. Tilstandsklasse for tungmetaller ved 6 stasjoner i Kvina (Kv), 3 stasjoner i Knabeåni (Kn), 1 stasjon i Sløåna (Sl) og 2 stasjoner i Litleåna (Li).

Vassdrag	Kn 1	K n 2	Kn 3	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kv 6	Sl 2	Li 1	Li 2
Kopper, µg Cu/L		III	III	III	III				III			
Sink, µg Zn/L		II	II	II	II				II			
Kadmium, µg Cd/L		I	I	I	I				I			
Bly, µg Pb/L		II	I	I	I				I			
Molybden µg Mo/L												
Aluminium µg Al/L	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

Transport av tungmetaller til Fedafjorden er beregnet til 2,3 tonn kopper, 10,8 tonn sink og 93 tonn aluminium. For de andre elementene er ikke transport beregnet på grunn av lave (under deteksjonsgrensen) konsentrasjoner. Alle transportberegningene for tungmetaller er noe usikre på grunn av få (N=5) observasjoner.

KONKLUSJON

Det er grunnlag for å registrere og sanere kildene til forurensningen av Sløåna og Fjotlandsvatn. Bakteriekonsentrasjonen var noe høy i hele vassdraget, med spesielt høye konsentrasjoner nederst i Knabeåni og i Sløåna. Det ble også påvist bakterier i Fjotlandsvatn.

Gruvedeponiet ved Knaben representerer i dag liten fare for vannkvaliteten i Kvina. Graving i deponiet kan forårsake økt utlekking av tungmetaller, samt påvirke tilførselen av sand (avgang) til Kvina. Økt erosjon fra deponiet vil kunne ødelegge gyteområder. Både økte tungmetallkonsentrasjoner og transport av avgang fra deponiet vil innvirke negativt på fisk.

Hele vassdraget er surt, og for surt for laks. Kalking vil fjerne giftvirkningen av det sure vannet, samt redusere mulige gifteffekter av kopper og aluminium.

1. INNLEDNING

På forespørsel fra Miljøvernavdelingen i Vest-Agder ble det igangsatt undersøkelser i Kvina-vassdraget 12. september 1991. Undersøkelsen besto av flere delundersøkelser, hver med egne formål. Det var rasjonelt å utføre alle delundersøkelsene samtidig for å minimalisere kostnadene og redusere tidsforbruket. Hovedproblemstillingene har vært:

- 1) Tilstandsundersøkelse av Kvina med tilstøtende sidevassdrag.
- 2) Tungmetallundersøkelse av vann nedstrøms Knaben gruber.
- 3) Trofivurdering av Fjotlandsvatn.

Tilstandsundersøkelsen er gjennomført som ledd i Miljøvernavdelingen's plan for å få gjennomført basisundersøkelser av alle større vassdrag i fylket. Tidligere er Songdselva (Kroglund og Hindar 1991), Topdalselva (Hindar 1990), Sira (Sanni og Skogheim 1988), Audna (Lande *et al.* 1987), Otra (Hindar *et al.* 1991) og Lyngdalselva (Lande 1987) undersøkt. Kvina inngår også som del av Statlig program for forurensningsovervåking, men her undersøkes kun komponenter relevant for sur nedbør (Jonson og Blakar 1988). Næringssalttransport fra Kvina er allerede rapportert til Norges oppfølging av Paris-konvensjonen. Tilstandsvurderingen er utført ved hjelp av kjemiske og biologiske parametre.

Den nedlagte Knaben molybdengruve ligger i Kvinesdal kommune. Driften ble nedlagt i 1971. Avgangen fra oppredningsverket er deponert i to innsjøer, Lille Knabetjern som er fylt med avgang, og Store Knabetjern som kun er delvis fylt. Avgangen fra hele gruveområdet drenerer til de to innsjøene som igjen drenerer ut i Knabeåni. Knabeåni løper sammen med Kvina ved Risnes. Det foreligger ulike bruksplaner for deponiet i kommunen. Her er det undersøkt hvorvidt avgangen representerer noen forurensningskilde for tungmetaller. Gruveutslippene fra Knaben er tidligere undersøkt i 1988 (Iversen og Arnesen 1990).

Fjotlandsvatn ble i 1988 rangert som en næringsrik innsjø i en større statlig undersøkelse av 355 vatn (Faafeng *et al.* 1990). Denne klassifiseringen ble vurdert av Miljøvernavdelingen i Vest-Agder som uventet, men for å få et bedre vurderingsgrunnlag, ble en større undersøkelse igangsatt. Det er gjort undersøkelser av vannkjemi og biologi (alger). Fjotlandsvatn ble opploddet 1992 av S. Træland, Kvinesdal kommune.

2. VASSDRAGSBESKRIVELSE

I det følgende beskrives vassdraget med hensyn til areal, nedbør- og avrenningsdata. De undersøkte lokalitetene er avmerket på kart (figur 1). Hver lokalitet er beskrevet i vedlegg 5. Alle metoder og beregninger presenteres.

Stasjonsplassering er vist i figur 1. Vassdraget er sparsomt bebygd, men har større befolkningssentra ved Kvinlog (oppstrøms stasjon SI), Fjotlandsvatn (FJ) og Liknes (oppstrøms stasjon Kv 6). Arealene ned mot elva er i stor grad benyttet til landbruk.

Kvinavassdraget er regulert, og hele øvre del av vassdraget (800 km²) er overført til Sirdal. Flere større sidevassdrag er fortsatt inntakte i Kvina-vassdraget, med Knabeåni (50 km²), Sløåna (38 km²) og Litleåna (227 km²) blant de største. Det uregulerte nedbørfeltet (Kvina og Litleåna) som drenerer til fjorden er på ca. 570 km² (tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over diverse nedbørfeltet i Kvina og Litleåna. Dataene er dels hentet fra NVE (avrenningskart over Norge, 1987). Etter Hindar 1992.

Nedbørfelt i Kvina:

Totalt regulert, øvre	755 km ²
Austøla	49 km ²
Geithombekken	5 km ²
Totalt regulert (nedre + øvre)	800 km²

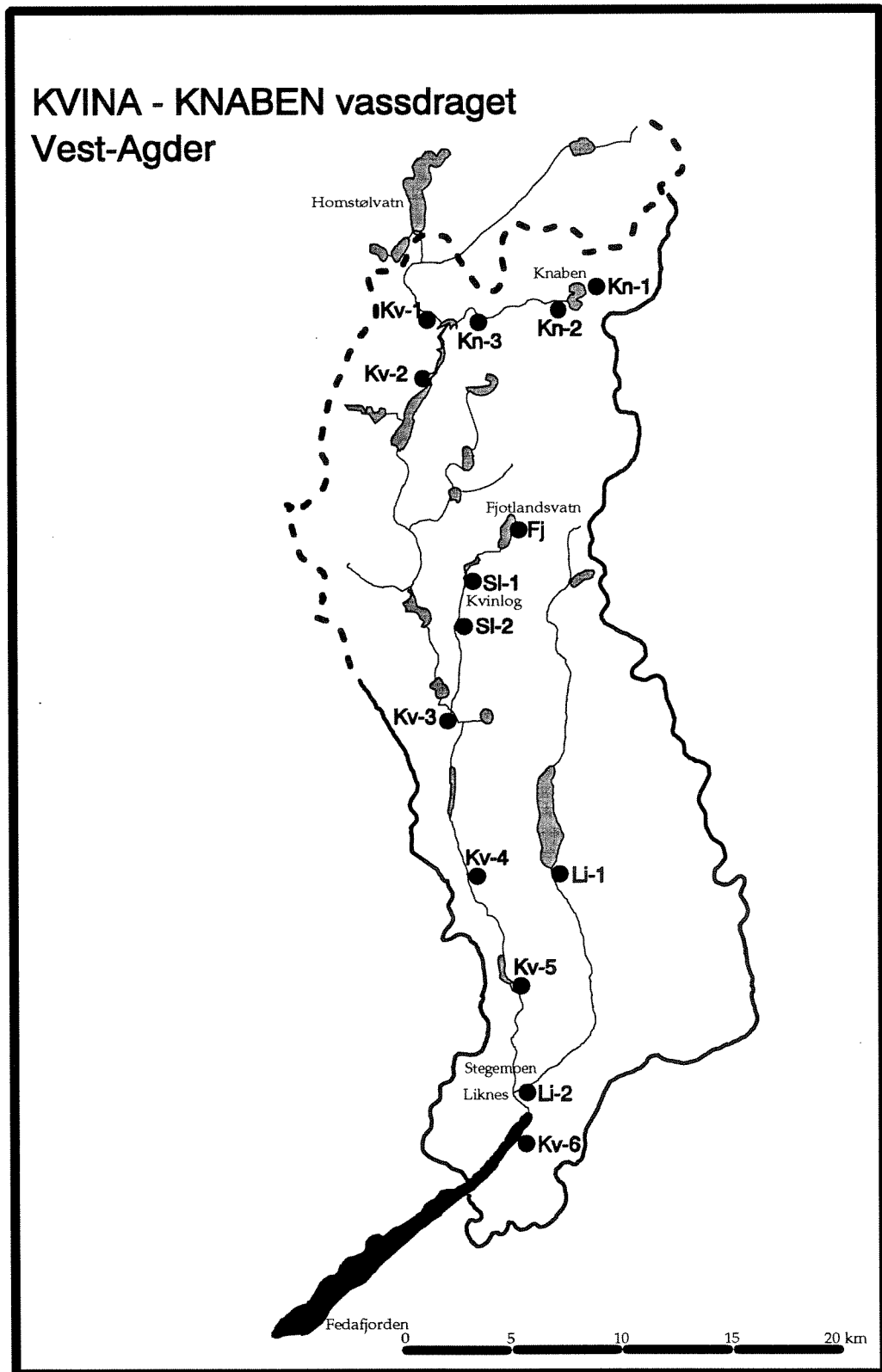
Knabeåni	50 km ²
Rest av Storåni til Risnes	15 km ²
Risnes-Nettland	22 km ²
Nettland-Stakkeland	46 km ²
Sollisåni	40 km ²
Selandsåni	28 km ²
Sløåna	38 km ²
Åmland	11 km ²
Stakkeland-Rafoss	80 km ²
Rafoss-----sjøen	13 km ²
Totalt, uregulert	343 km²

Nedbørfelt Litleåna

Til Mygland	47 km ²
Mygland-Nyland	20 km ²
Nyland-Dukan	87 km ²
Dukan-----sjøen	73 km ²
Totalt Litleåna	227 km²

Totalt uregulert del av Kvina + Litleåna	570 km²
---	---------------------------

KVINA - KNABEN vassdraget Vest-Agder



Figur 1. Stasjonsplassering benyttet i undersøkelsen. Forkortelsene Kn=Knabåni, Kv=Kvina, Sl=Sløåna, Li=Littleåna og Fj=Fjotlandsvatn. Nøyaktig plassering av stasjonene er oppgitt i vedlegg 5.

2.1. HYDROLOGI

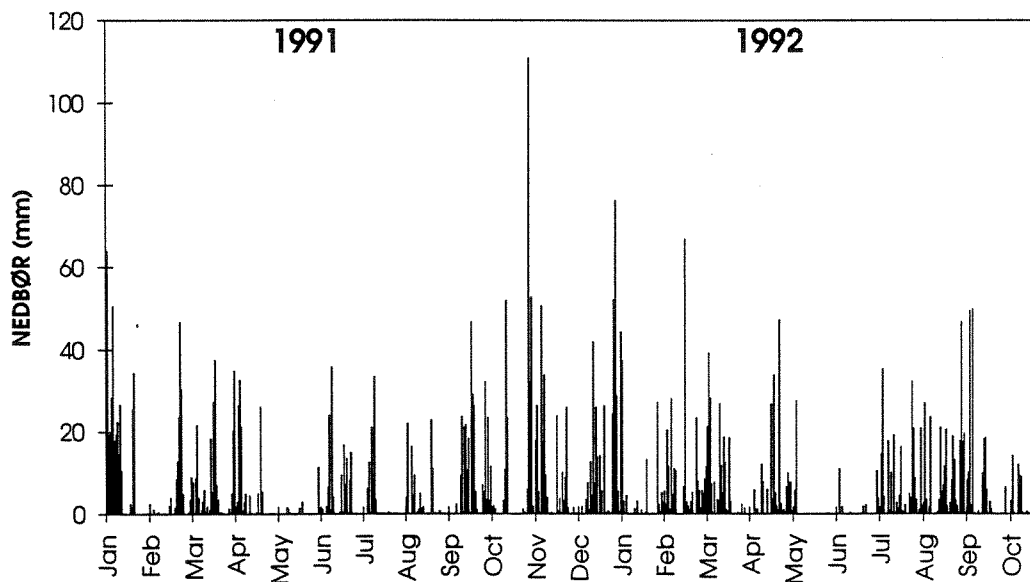
Vannføringsdata er innhentet fra NVE-stasjon 1806, Stegemoen. Denne stasjonen ligger i Kvina ved Rafoss, oppstrøms samløpet med Litleåna. Vannføringen til fjorden er beregnet på grunnlag av vannføringsdata fra Stegemoen (ca 2 km oppstrøms samløpet med Litleåna), korrigert for bidrag fra Litleåna (figur 2 og 3). Uregulert del av vassdraget er ca 40 km langt, og det er betydelige forskjeller i arealavrenning fra de indre til de ytre delene (NVE-arealavrenningskart). Lokale variasjoner innen vassdraget gjør at transportberegningene av næringssalter til fjorden ikke vil være helt korrekte. Feilmarginen må kunne aksepteres. Avrenning for 1991 og 1992 er vist for NVE-stasjon 1806 (ved Rafoss) (figur 2 og 3). Nedbør i perioden er vist i samme figur.

Regulanten Sira-Kvina kraftselskap er pålagt en minstevannføring i Kvina på 1.3 m³/sek i perioden fra 1. oktober til 1. mai. Minstevannføringen sommertid er på 3.7 m³/sek. Pålegget om minstevannføring gjelder ved Stegemoen vannmerke ved Rafoss, oppstrøms samløpet med Litleåna. Vannføringen i Kvina's hovedløp er periodisk ned mot minstevannføringen.

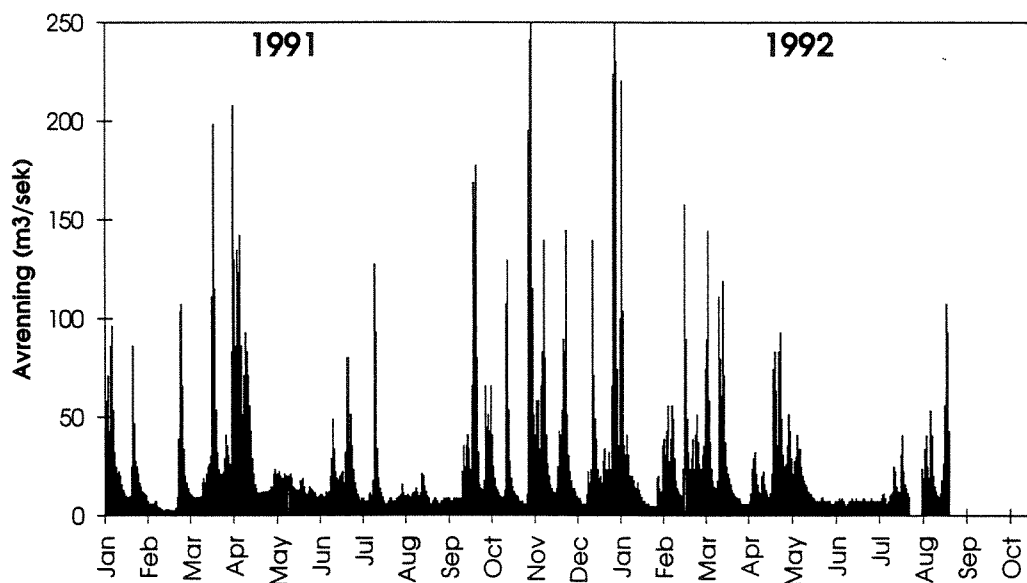
Kvina oppstrøms samløpet med Knabeåni har en "normal vannføring" på 0-3m³/sek, men med episodiske topper opp mot 90 m³/sek. Hele vassdraget er tydelig preget av reguleringene, er flomutsatt, og har hurtige vannstandsendringer.

Tabell 2. Data for Kvinavassdraget. Det er kun oppgitt verdier for arealer nedenfor de regulerte områdene.

Nedbørfelt (ikke regulert del)	570 km ²
Spesifikk avrenning (øvre del)	50-60 L/sek/km ²
Spesifikk avrenning (nedre del)	40 L/sek/km ²
Middelvannføring, Rafoss	20 m ³ /sek



Figur 2. Nedbør målt ved Meteriologisk institutt stasjon 4186, (Kvineshei) i 1991 og 1992.



Figur 3. Vannføring målt ved Stegemoen, (NVE-stasjon 1806) i 1991 og 1992. 1992 verdiene er ikke korrigert for isdata. Avrenningen er korrigert for bidrag fra Litleåna.

3. METODE

Her beskrives de viktigste metodene benyttet i denne undersøkelsen, samt hvordan "tilstand og forurensningsgrad" fastsettes. Til fastsetting av forurensningsgrad foreligger det flere veiledere utgitt av Statens forurensningstilsyn (SFT 1989, Holtan og Rosland 1991).

Vannkjemiske og bakteriologiske data er innsamlet i perioden fra 12. september 1991 til 14. oktober 1992. Det er innsamlet prøver fra 6 stasjoner i Kvina, 2 stasjoner i Litleåna, 3 stasjoner i Knabeåni og 1 stasjon i Sløåna. Fjotlandsvatn ble prøvetatt fra 12. mai til 9. september 1992. I innsjøen er det foretatt feltmålinger av temperatur, siktedyp og farge. Vannprøver for kjemianalyse og algetellinger ble tatt fra det sirkulerende lag. Fjotlandsvatn ble loddet av Syvert Træland fra teknisk etat, Kvinesdal. Bearbeiding av rådataene er utført av NIVA.

Vannkjemi er analysert ved ADH (tabell 3). Bakterietellingene er utført av Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder, Kvinesdal. Planteplankton ble innsamlet fra det øverste sirkulerende lag av innsjøen (1-10 m).

Bunndyr ble innsamlet 12. september 1991 og 10. juni 1992. Innsamlingen ble utført med "elvehov". Hoven holdes ned mot elvebunnen mens det sparkes i bunnsubstratet oppstrøms hoven. Oppvirvlet materiale innsamles. To prøver på ca. 1 m² ble innsamlet fra hver stasjon. Bunndyrene ble sortert til nærmeste taksonomiske gruppe. De fleste gruppene er artsbestemt. Bunndyrsamfunnet er deretter analysert ved hjelp av ulike indekser. Indeksene presenteres sammen med bunndyr-resultatene.

pH ble målt like etter at vannprøvene ankom laboratoriet. Vann for de øvrige vannkjemiske parametrene ble konserverert for senere analyse.

Tabell 3. Analysemetoder for vannkjemiske og bakteriologiske parametre.

pH		
Kalsium	mg Ca/L	Perkin Elmer 100 tilkoplest flammespektrofotometer
Totalt organisk Karbon	mg TOC/L	ASTRO Model 2001 TOC-analysator
Total nitrogen	µg Tot-N/L	Chemlab autoanalysator
Nitrat	µg NO ₃ /L	Chemlab autoanalysator
Ammonium	µg NH ₄ ⁺ /L	Chemlab autoanalysator
Total fosfor	µg Tot-P/L	Chemlab autoanalysator
Fosfat	µg PO ₄ /L	Chemlab autoanalysator
Kopper	µg Cu/L	Perkin Elmer 100 tilkoplest grafittovn
Bly	µg Pb/L	Perkin Elmer 100 tilkoplest grafittovn
Kadmium	µg Cd/L	Perkin Elmer 100 tilkoplest grafittovn
Molybden	µg Mo/L	Perkin Elmer 100 tilkoplest grafittovn
Sink	µg Zn/L	Perkin Elmer 100 tilkoplest grafittovn
Aluminium	µg Al/L	Chemlab autoanalysator
Koliforme bakterier	antall/100 ml	Chemlab autoanalysator
Termostabile koliforme bakterier	antall/100 ml	Chemlab autoanalysator

3.1. VANNETS FORVENTEDE NATURTILSTAND, TILSTANDSKLASSE OG FORURENSNINGSGRAD

OPPRINNELIG NATURTILSTAND

Vannforekomstens opprinnelige naturtilstand er vanskelig å fastslå på grunn av manglende målinger forut for menneskelig aktivitet i nedslagsfeltet. Det finnes ikke gode referansevasdrag i området. Vannets forventede naturtilstand, dvs. vannets kvalitet før tilførsler av forurensninger kan allikevel fastsettes. Forventet naturtilstand bestemmes på bakgrunn av kvalifisert skjønn, med støtte i observasjoner fra lite påvirket referansevasdrag og tidligere undersøkelser. Forventet naturtilstand er nødvendig å definere for å kunne gradere forurensningspåvirkningen (tabell 4). Graden av påvirkning er definert som avstanden (målt verdi) fra den forventede naturtilstand (teoretiske verdi, (tabell 5)). Bakgrunnsmateriell for de ulike beregningene er gitt i SFT 1989 og Holtan og Rosland 1991.

Overordnet regional inndeling i Norge angir to delområder aktuelle for vurderinger vedrørende naturtilstanden i Kvina:

- *Område V* *Sørlandsheiene med snauffjell, lyng og krattskog.*
- *Område VII* *Arealer under den marine grense i sør-øst Norge og Trønderlag.*

Tabell 4. Gradinndeling av forurensningspåvirkning.

Forurensningsgrad	1	Liten eller ikke påvisbar avvik fra opprinnelig naturtilstand
-	2	Moderat avvik fra opprinnelig naturtilstand
-	3	Markert avvik fra opprinnelig naturtilstand
-	4	Stort avvik fra opprinnelig naturtilstand
-	5	Meget sterkt avvik fra opprinnelig naturtilstand

I Kvina's nedslagsfelt dominerer "sørlandshei" -naturtypen, og kun denne naturtilstanden legges til grunn for vurderingene av forurensningsgraden. Stasjon Kv-6 (Liknes) kan dermed vurderes for strengt, ettersom denne stasjonen mottar avrenningsvann også fra områder under den marine grense. Dette vurderes allikevel som ubetydelig i denne sammenheng. Vassdraget er noe påvirket av humus. Dette påvirker bakgrunns-konsentrasjonen av fosfor. Som bakgrunnskonsentrasjon benyttes 5 µg Tot-P/L, 250 µg Tot-N/L. og 100 µg NO₃/L. Til sammenligning er bakgrunnsverdier for ulike sørlandsvassdrag vist i tabell 6.

Tabell 5. Bakgrunnsverdier for fastsetting av forventet og opprinnelig naturtilstand for saltholdighet, næringssalter og tungmetaller, område V og VII.

Område	Saltholdighet	Næringssalter
V	Lav saltholdighet med konduktivitetsverdier mindre enn 2 mS/m. Relativt høyt sulfat- og kloridinnhold. Kalsiuminnholdet er lavt.	Total fosfor 2-6 µg/L. Total nitrogen < 150 µg/L.
VII	Høy saltholdighet, konduktivitet 5-15 mS/m (i lavvannsperioder). Høyt innhold av kalsium og natrium.	Totalfosfor vanligvis mindre enn 15 µg/L og totalnitrogen lavere enn 200 µg/L. I elver kan konsentrasjonen variere betydelig, avhengig av vannføring, snøsmelting o.l.

Tungmetaller (bakgrunnsverdier for alle alle områder)

Kopper	<1 µg/L	Krom	<0,5 µg/L
Sink	<5 µg/l	Kvikksølv	<0,005 µg/L
Kadmium	<0,01 µg/L	Aluminium	<5 µg/L
Bly	<0,5 µg/L	Jern	<30 µg/L
Nikkel	<1 µg/L	Mangan	<10 µg/L

Tabell 6. Bakgrunnsverdier oppgitt for total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N) og nitrat (NO₃) for ulike sørlandsvassdrag.

Vassdrag	Tot-P	Tot-N	NO ₃	Referanse
Kvina	4	200	-	Holtan <i>et al.</i> 1973
Heiområder	<4	<150		SFT 1989
Songdalselva	5	200	100	Kroglund og Hindar 1991
Otra	3			Hindar <i>et al.</i> 1991
Otra	4	270	-	Ibrekk <i>et al.</i> 1991
Mandalselva	5	260	-	Ibrekk <i>et al.</i> 1991
Audna	6	260	-	Ibrekk <i>et al.</i> 1991

TILSTANDSKLASSE

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen defineres. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen, og er et verktøy for å vurdere egnet av vannet. Egnethet vurderes separat for drikkevann, jordvanning, friluftsbad og rekreasjon, fiskeoppdrett og sportsfiske. Egnethets-vurderinger blir ikke gjort i denne rapporten, men for å lette eventuell annen bruk av dette materialet, er tilstandsklassene definert.

FORURENSNINGSGRAD

Forurensningsgrad beregnes på grunnlag av middelverdier utifra følgende formel:

$$\text{Nåtilstand/forventet naturtilstand}$$

TABELLER OVER TILSTANDSKLASSE OG FORURENSNINGSGRAD

For å lette forståelsen av de ulike inndelingene er grenseverdiene for tilstandsklassene og forurensningsgradene oppgitt i tabell 7 og 8. De oppgitte verdiene er senere benyttet for vurdering av vannkjemisk tilstand i Kvina-vassdraget.

Tabell 7. Tilstandsklasseinndelingen anbefalt av SFT (Holtan og Rosland 1991). Inndelingen baserer seg på målte konsentrasjoner i vassdraget.

PARAMETRE	TILSTANDSKLASSE				
	I	II	III	IV	V
EUTROFIERING					
Total fosfor µg/l	<7	7-11	11-20	20-50	>50
Total nitrogen µg/L	<250	250-400	400-550	550-800	>800
VIRKNINGER AV ORGANISK STOFF					
Siktedyp m	>7	4-7	2-4	1-2	<1
TOC mg/L	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
FORSURING					
Alkalitet, mmol/L	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0
pH	>6,7	6,2-6,7	5,7-6,2	5,3-5,7	<5,3
GIFTVIRKNINGER					
Kopper, µg Cu/L	<2	2-5	5-15	15-50	>50
Sink, µg Zn/L	<10	10-30	30-60	60-110	>110
Kadmium, µg Cd/L	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	>0,5
Bly, µg Pb/L	<1	1-3	3-5	5-10	>10
Nikkel, µg Ni/L	<3	3-10	10-30	30-100	>100
Krom, µg Cr/L	<1	1-3	3-10	10-50	>50
Kvikksølv, µg Hg/L	<0,01	0,01-0,04	0,04-0,1	0,1-0,3	>0,3
Aluminium, µg Al/L	<5	5-20	20-50	50-100	>100
Jern, µg Fe/L	<50	50-100	100-300	300-600	>600
Mangan, µg Mn/L	<20	20-50	50-100	100-150	>150
MIKROBIOLOGISK BELASTNING					
Termo. koli. bakt. (antall)	<5	5-50	50-500	500-1000	>1000

Tabell 8. Forurensningsgradgrensene anbefalt av SFT (Holtan og Rosland 1991). Inndelingen baserer seg på forholdstallet mellom målt konsentrasjon og forventet opprinnelig naturtilstand. For bakterier gjelder målt antall.

PARAMETRE	FORURENSNINGSGRAD				
	1 Lite	2 Moderat	3 Markert	4 Sterkt	5 Meget sterkt
EUTROFIERING					
Total fosfor	<1,4	1,4-2,0	2,0-3,0	3,0-5,0	>5,0
Total nitrogen	<1,4	1,3-1,8	1,8-2,5	2,5-4,0	>4,0
VIRKNINGER AV ORGANISK STOFF					
Siktedyp	>0,85	0,7-0,85	0,40-0,70	0,20-0,40	>0,20
TOC	<1,2	1,2-1,4	1,4-2,0	2,0-4,0	>4,0
FORSURING					
Alkalitet	>0,8	0,5-0,8	0,2-0,5	0,0-0,2	<0,0
MIKROBIOLOGISK BELASTNING					
Termo. koli. bakt. (antall)	<5	5-50	50-500	500-1000	>1000

TRENT BIOTISKE INDEKS

Trent biotiske indeks baseres på suksessivt bortfall av rentvannsorganismer ved økende forurensningsbelastning. Høy grad av forurensning gir lav tallverdi, mens rene lokaliteter har høy tallverdi. Bunndyrene ble innsamlet over to perioder (12. sep. 1991) og (10. juni 1992), med bruk av sparkemetoden. Det ble innsamlet dyr over en periode på 1 minutt, eller ca 1m². Primærdata for bunndyr er oppgitt i vedlegg 3.

TRENT BIOTISKE INDEKS

Nøkkel indikator arter	Fauna diversitet	Total antall grupper				
		1-2	2-5	6-10	11-15	16+
Antall grupper tilstede (grupper, se nedenfor)						
Steinfluenymfer tilstede	Mer enn 1 art	-	7	8	9	10
Steinfluenymfer tilstede	Bare 1 art	-	6	7	8	9
Døgnfluenymfer tilstede	Mer enn 1 art	-	6	7	8	9
Døgnfluenymfer A*	Bare 1 art	-	5	6	7	8
Vårfluelarver tilstede	Mer enn 1 art	-	5	6	7	8
Vårfluelarver tilstede B*	Bare 1 art	4	4	5	6	7
Gammarus tilstede	Alle overfornevnte arter fraværende	3	4	5	6	7
Asellus tilstede	Alle overfornevnte arter fraværende	2	3	4	5	6
Tubificider og eller rød fjærmygglarver tilstede	Alle overfornevnte arter fraværende	1	2	3	4	-
Alle ovenfornevnte arter/grupper borte	Noen få arter som er uavhengige av surstofftilgang	0	1	2	-	-

A* Baetis rhodani utelates her

B* Baetis rhodani inkluderes her

Gruppeinndeling:

- Flatormer (Turbellaria)
- Fåbørstemark (Oligochaeta)
- Vannmidd (Hydracarina)
- Steinfluer (Plecoptera)
- Døgnfluer (Ephemeroptera)
- Vårfluer (Trichoptera)
- Gråsugge (Asellus)
- Andre Grupper ()
- Fjærmygg (Chironomidae)
- Biller (Coleoptera)
- Knott (Simulidae)
- Andre tovinger (Diptera)
- Iglar (Hirudinea)
- Muslinger (Lamellibranchia)
- Snegler (Gastropoda)

Resultatene av en analyse kan tolkes vedrørende forurensning på grunnlag av inndelingen nedenfor. Mangler stein- og døgnfluer, og det er få grupper representert, er lokaliteten forurenset. Kilden til forurensninger kan ikke leses ut fra bunndyrfaunaen.

Trent biotiske indeks:

- 0-4 Meget sterkt til sterkt forurenset
- 4-7 Moderat forurenset
- 7-8 Svakt forurenset
- 8-10 Ikke forurenset

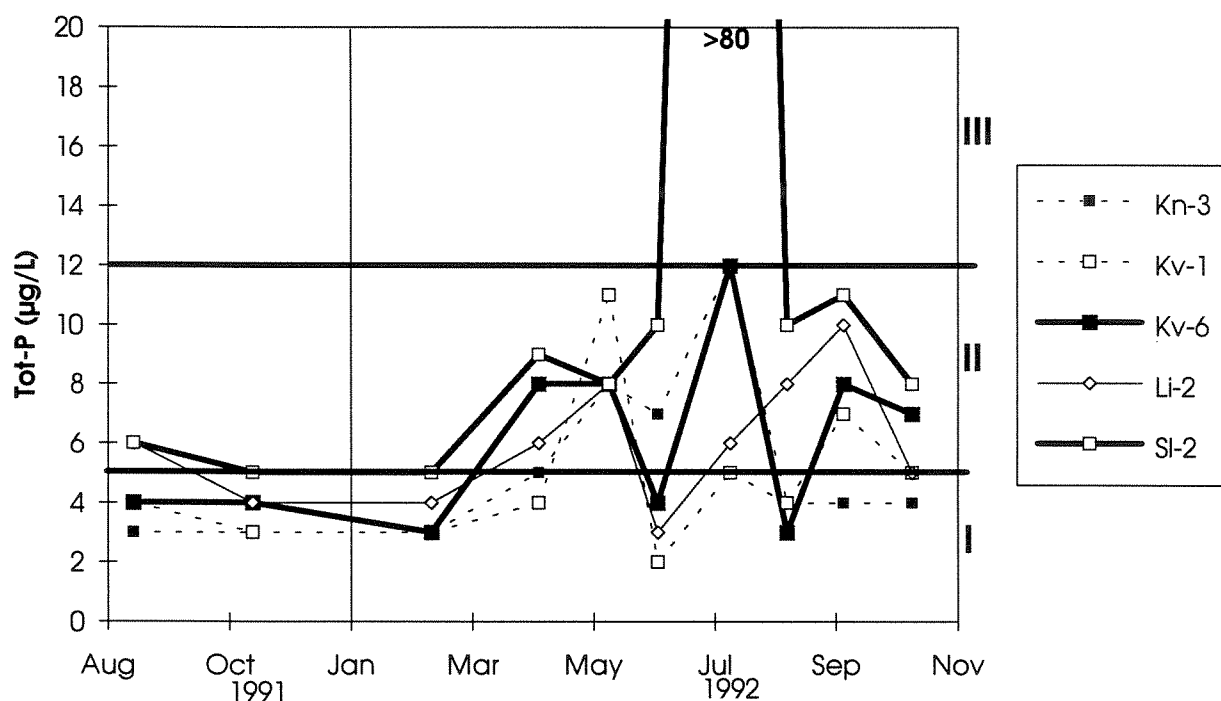
4. RESULTATER

I det følgende behandles resultater av vannkjemiske, bakteriologiske og biologiske prøver. Fremstillingsformen er valgt på grunnlag av "Miljøkvalitetskriterier for ferskvann" (SFT 1989 og Holtan og Rosland 1991). Alle rådata for kjemi og bakterier er gitt i vedlegg 1. Rådata for alger og bunndyr er gitt i vedlegg 2 og 3. Temperatur, vannfarge og siktedyp er gitt i vedlegg 4, og stasjonsbeskrivelse i vedlegg 5.

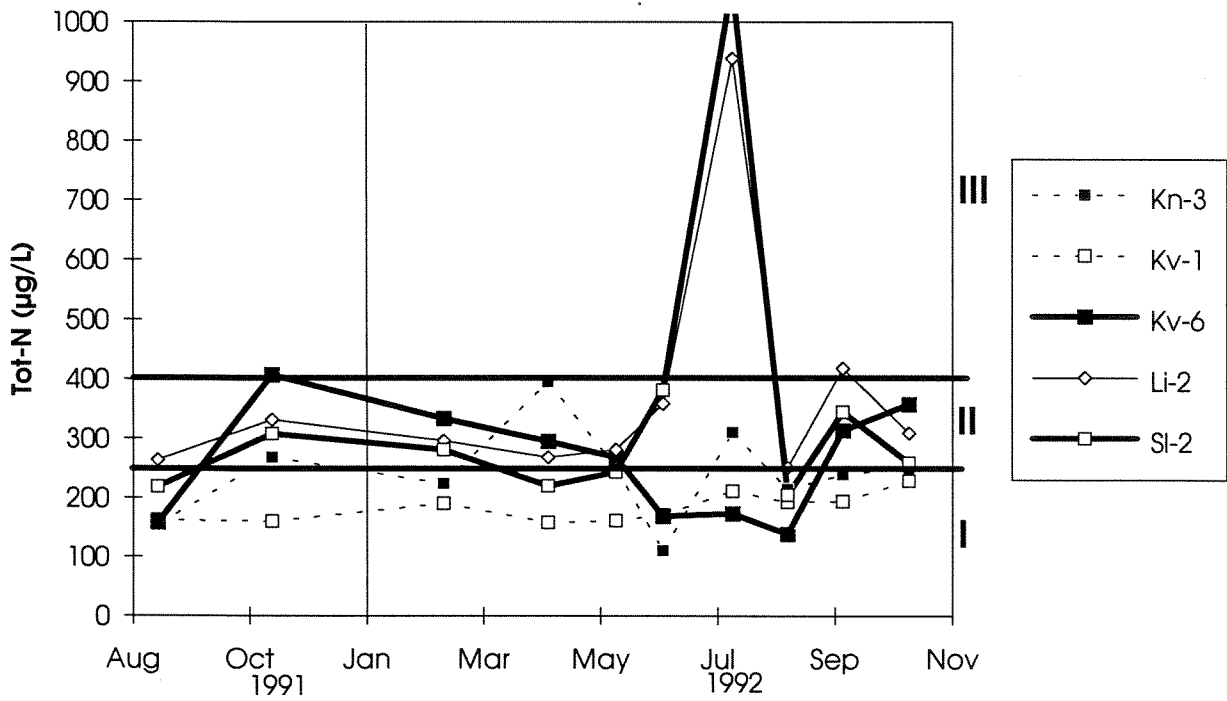
Hver delundersøkelse er behandlet for seg for å lette presentasjonen av materialet.

4.1. TILSTANDSANALYSE OG FORURENSNINGSGRAD AV KVINA MED TILHØRENDE SIDEVASSDRAG

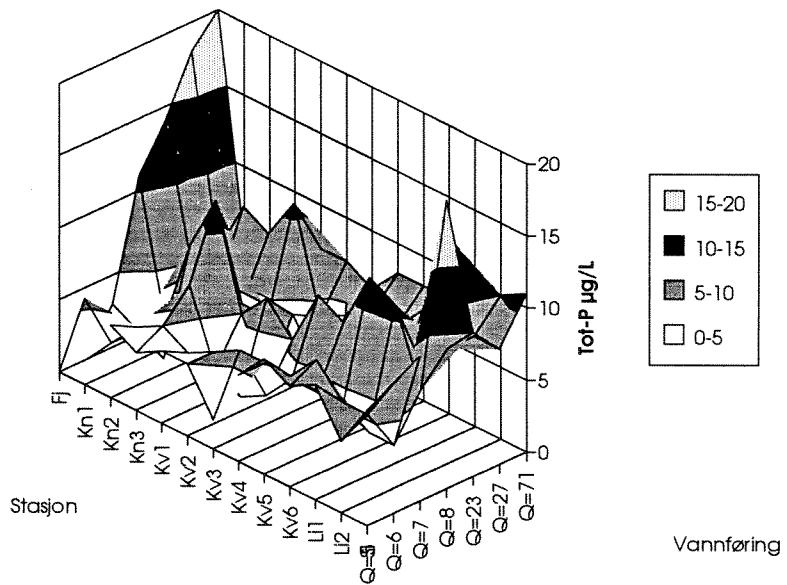
Årsvariasjon i konsentrasjon for total fosfor og total nitrogen er vist i figur 4 og 5 for stasjon 3 i Knabåna, Sløåna, stasjon 2 i Litleåna og stasjon 6 i Kvina. Tilstandsklassene er indikert i figuren.



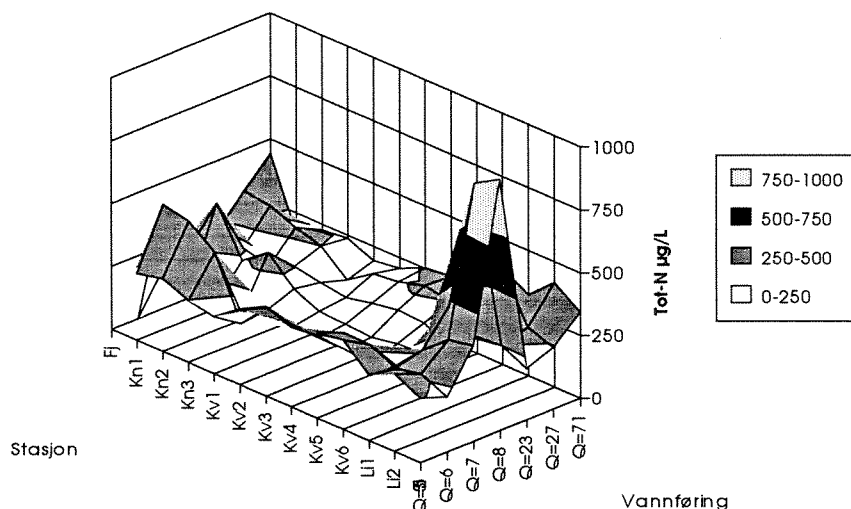
Figur 4. Årsvariasjon i konsentrasjonen for total fosfor ($\mu\text{g P/L}$) på stasjon 3 i Knabåna, Sløåna, stasjon 2 i Litleåna og stasjon 6 i Kvina. Tilstandsklasse er vist til høyre for figuren, og grenseverdiene er markert med strek.



Figur 5. Årsvariasjon i konsentrasjonen for total nitrogen ($\mu\text{g N/L}$) på stasjon 3 i Knabeåna, Sløåna, stasjon 2 i Litleåna og stasjon 6 i Kvina. Tilstandsklasse er vist til høyre for figuren, og grenseverdiene er markert med strek.



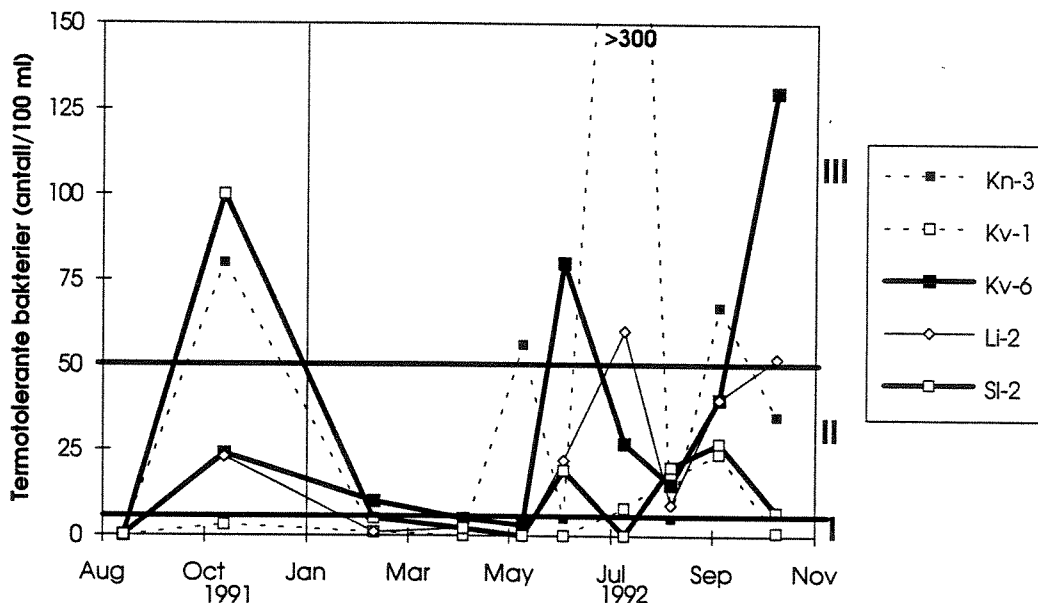
Figur 6. Variasjon i total-fosfor konsentrasjon ved samtlige stasjoner i Kvinavassdraget i 1992. Q=5-Q=71 representerer vannføring på prøvetakingstidspunktet.



Figur 7. Variasjon i total-nitrogen konsentrasjon ved samtlige stasjoner i Kvinavassdraget i 1992. Q=5-Q=71 representerer vannføring på prøvetakingstidspunktet.

Både fosfor og nitrogen påvirkes av vannføring. I perioder med liten vannføring vil tilførsler i liten grad fortynnes, mens retensjon i terskelområder vil kunne øke. Endringer i nitrogen- og fosfor-konsentrasjoner i Kvina's hovedløp er vist for vannføringer fra 5 - 70 m³/sek (figur 6 og 7). Konsentrasjonen av total fosfor og nitrogen er ikke påvirket av vannføring. Dette antyder at punktutslipp ikke er viktigste årsak til forurensningstilstanden i vassdraget, og at tilførslene i stor grad følger nedbør og diffus avrenning.

Forurensningsgraden for bakterier er lik tilstandsklassen. Årsvariasjonen i antall bakterier varierte kraftig, med spesielt høye verdier høsten 1992. De fleste stasjoner var periodevis markert forurenset (figur 8).



Figur 8. Årsvariasjon i antall termotolerante bakterier pr. 100 ml vann for stasjon 3 i Knabeåna, Sløåna, stasjon 2 i Litleåna og stasjon 6 i Kvina. Tilstandsklasse er vist til høyre for figuren, og grenseverdiene er markert med strek.

Tilstandsklassene og forurensningsgrad for eutrofiering, forsurening, organisk- og mikrobiologisk belastning (bakterier) er vist for samtlige lokaliteter i tabell 9 og 10.

Tabell 9. Tilstandsklasse for 6 stasjoner i Kvina (Kv), 3 stasjoner i Knabeåni (Kn), 1 stasjon i Sløåna (Sl) og 2 stasjoner i Litleåna (Li).

Vassdrag	Kn 1	Kn 2	K n 3	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kv 6	Sl 1	Li 1	Li 2	FJ
Fosfor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	III	I	I	III
Nitrogen	II	II	II	I	I	I	I	I	II	II	II	II	II
Forsuring	V	IV	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	V	IV
Org. belastning	I	I	I	I	I	II	II	II	II	III	II	II	I
Mikrobiol. belastning	II	II	III	I	II	I	II	II	II	II	II	II	I

Tabell 10. Forurensningsgrad for 6 stasjoner i Kvina (Kv), 3 stasjoner i Knabeåni (Kn), 1 stasjon i Sløåna (Sl) og 2 stasjoner i Litleåna (Li).

Vassdrag	Kn 1	Kn 2	K n 3	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kv 6	Sl 1	Li 1	Li 2	FJ
Fosfor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
Nitrogen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Forsuring	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Org. belastning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Mikrobiol. belastning	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1

4.2. TUNGMETALLAVRENNING FRA KNABEN GRUBER

Den nedlagte Knaben molybdengruve ligger i Fjotland kommune. Driften ble nedlagt i 1971. Avgangen fra oppredningsverket er deponert i to innsjøer, Lille Knabetjern som er fylt med avgang og Store Knabetjern som er delvis fylt. Avgangen fra hele gruveområdet drenerer til de to innsjøene som drenerer ut i Knabeåni. Knabeåni løper sammen med Kvina ved Risnes.

Det har vært betydelig erosjon fra avgangsdeponiet. Flere steder nedover Knabeåni og i Kvina var det sandbanker som må være avgang.

Avrenning fra deponiene ved Knaben ble undersøkt av NIVA 20. oktober 1989 (Iversen og Arnesen 1990) og 13. oktober 1992 (Iversen og Arnesen pers. medd.) (tabell 11). Resultatene fra disse undersøkelsene er presentert nedenfor for sammenligning med undersøkelsene i denne rapporten (tabell 12). Med unntak av molybden var ingen vesentlig forskjell i konsentrasjonsnivåene. 1992 målingene er utført på ICP-MS.

Tabell 11. Vannkvalitetsmålinger i Knabeåni 1989.

Parameter	20. okt. 1989	13. okt. 1992
pH	5.76	5.75
Konduktivitet mS/m	2.68	3.03
Molybden µg Mo/L	24.6	43.0
Kopper µg Cu/L	14.9	15.5
Bly µg Pb/L	1.0	0.97
Sink µg Zn/L	20	14.7
Sulfat mg SO ₄ /L	6.4	6.0
Kalsium mg Ca/L	2.03	3.07
Magnesium mg Mg/L	0.21	0.24
Aluminium µg Al/L	208	-

Tabell 12. Tilstandsklasse for 6 stasjoner i Kvina (Kv), 3 stasjoner i Knabeåni (Kn), 1 stasjon i Sløåna (Sl) og 2 stasjoner i Litleåna (Li).

Vassdrag	Kn 1	Kn 2	K n 3	Kv 1	Kv 2	Kv 3	Kv 4	Kv 5	Kv 6	Sl 1	Li 1	Li 2
Kopper, µg Cu/L		III	III	III	III				III			
Sink, µg Zn/L		II	II	II	II				II			
Kadmium, µg Cd/L		I	I	I	I				I			
Bly, µg Pb/L		II	I	I	I				I			
Molybden µg Mo/L		?	?	?	?				?			
Aluminium µg Al/L	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V

Analyseresultatene viser gjennomgående lave tungmetallverdier i forhold til det som finnes ved andre sulfidmalmgruber (Iversen og Arnesen 1990), selv om verdiene er høyere enn det man finner i upåvirkede vann. Molybdenkonsentrasjonen er høy, med det foreligger lite kunnskap om molybden i naturen. Det er ikke beregnet giftvirkning for tungmetall.

Konsentrasjonen av kopper er tilstrekkelig høy til å skade bunndyrfaunaen ($Cu > 20 \mu\text{g/L}$), samt skade fiskebestanden (Grande 1991). Konsentrasjonen av de andre tungmetallene ligger godt innenfor akseptable grenser for bunndyr og fisk. Det skal allikevel ikke utelukkes at akkumulering i næringskjeden kan forekomme.

Den høye konsentrasjonen av kopper også på stasjon 6 i Kvina (Liknes) antyder at tungmetallutslipp fra gruvevirksomheten ikke er den eneste kilden. Det er rimelig å anta at tungmetallkonsentrasjonen i vassdraget skyldes sur nedbør og lokal geologi.

4.3. FJOTLANDSVATN

Fjotlandsvatn er relativt dypt (maksimums-dybde på 30 m), og har flere dype bassenger adskilt av grunne partier og øyer (figur 9).

Fjotlandsvatn ble i en større undersøkelse i 1988 vurdert som markert forurenset med hensyn til fosfor (21 mg P/m^3), nitrogen (414 mg N/m^3) og klorofyll ($8,6 \text{ mg Kl/m}^3$) (Faafeng *et al.* 1990). Midlere årskonsentrasjon i denne undersøkelsen ble beregnet til 14 mg P/L og 230 mg N/L . Gjennomsnittlig siktedyp var 3,3 meter (tabell 13).

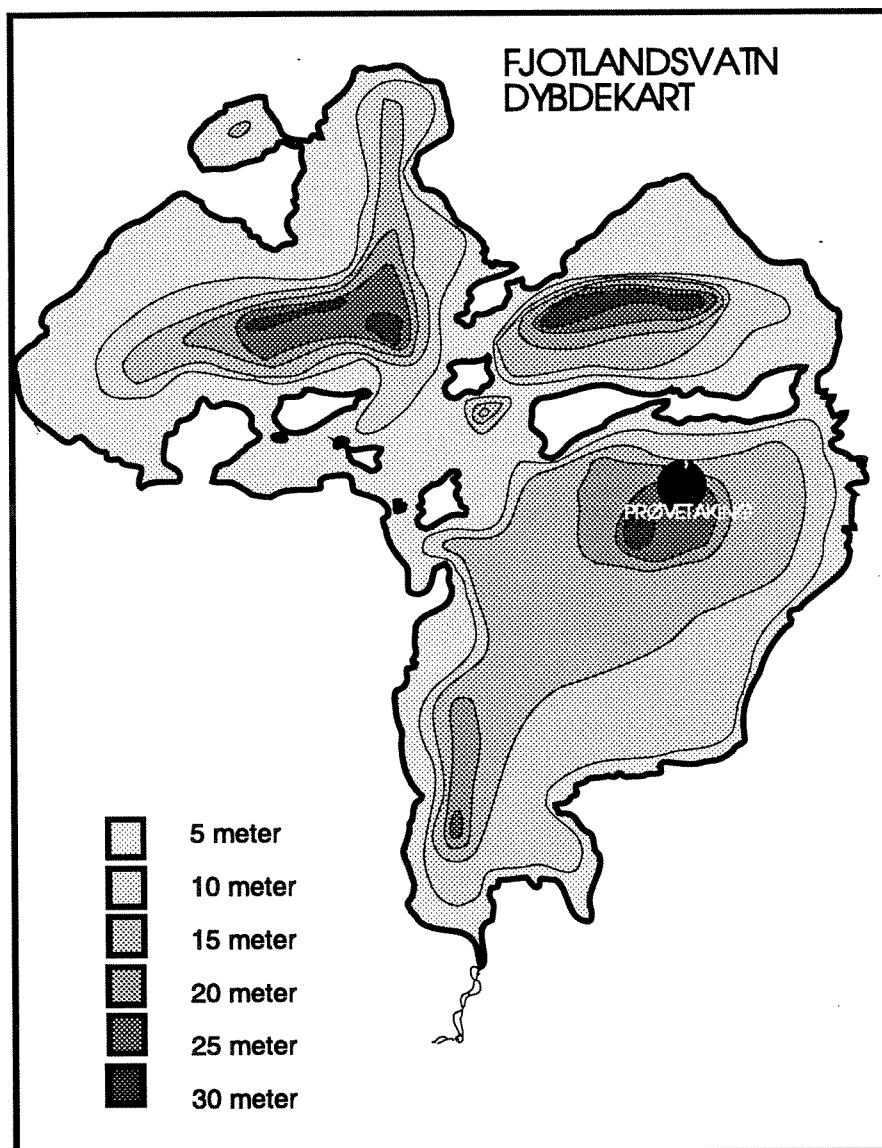
Tabell 13. Sammenstilling av vannprøver fra Fjotlandsvatn tatt i 1988 (Faafeng *et al.* 1990) og denne undersøkelsen.

DATO	Siktedyp	Farge	Tot-P	Tot-N	Ca	Na	K	Mg	SO4	Cl	Alk
21,5,88	2,2	brun	24	479							
21,6,88	4,1	gulbrun	13	344							
19,7,88	2,5	brun	25	399							
20,8,88	2,5	brun	22	432	0,95	2,0	0,6	0,4	2,7	3,3	0,040
12,5,92	2,7	gulbrun	18	336	0,73						0,032
6,6,92	4,2	gul	3	165	1,03						0,038
13,7,92	3	gul	11	202	0,72						0,080
11,8,92	3,2	gul	14	221	0,89						0,040
9,9,92	-	-	28	443	0,96						0,024

Det er grunn til å reise tvil om riktigheten av 3 µg P/L målt 6. juni 1992. Denne verdien er derfor ikke inkludert i gjennomsnittsberegningene. Prøvene tatt 9. september 1992 ble tatt i nærheten av land da båten var fjernet. Sterk vind og mye regn under prøvetakingen kan ha ført til at verdiene fra innsjøen er "preget" av arealavrenning fra land og ikke nødvendigvis korrekte for innsjøen. Trofinivået for innsjøen vil isåfall bli noe lavere enn antydnet, men ikke vesentlig forskjellig fra 1988-undersøkelsen. Konsentrasjonen av løst fosfor (PO₄) var mistenkelig høy i innsjøen, uten at årsaken er avklart (vedlegg 4).

Fjotlandsvatn ble karakterisert som sterkt forurensert i 1988, og var markert forurensert i 1992.

Forskjellene mellom undersøkelsesårene er innenfor naturlig variasjon, og kan skyldes ulike forhold som nedbør-intensitet og -kjemi, temperatur, driftendringer innen landbruket og sanering av kloakk.



Figur 9. Dybdekart over Fjotlandsvatn. Opploddet i 1992 av S. Træland, Teknisk etat, Kvinesdal kommune. Prøvetakingsstaed er markert som sort punkt.

4.3.1. PLANTEPLANKTON, Fjotlandsvatn

Det ble i 1992 plukket ut 5 kvantitative planteplanktonprøver fordelt over vekstsesongen mai til september. Prøvene var blandprøver fra 0-10 m dyp. Analyseresultatene er gitt i vedlegg 2 og figur 10-12.

Som det fremgår av vedlegget og figuren, ble størst totalvolum planteplankton registrert i prøven fra 11. august, med $400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Figuren og vedlegget viser også at det var skiftninger i sammensetningen gjennom sesongen, ikke bare med hensyn til artsammensetning, men også den prosentvise andel de ulike gruppene utgjorde.






I mai utgjorde kiselalger (Bacillariophyceae), representert ved arten *Tabellaria flocculosa*, og gullalger (Chrysophyceae), omkring halvparten av det samlede antall planteplankton, mens "µ-alger" (små, kule-formede, ikke nærmere identifiserbare former med diameter 2-4µm) utgjorde resten. I juni var kiselalgene borte fra planteplanktonsamfunnet, og gruppen Cryptophyceae ble den mest fremtredende. Resten av sesongen dominerte (Chrysophyceae), først og fremst ved arten *Dinobryon pediforme*, en art som er regnet for en indikator-art for sure vannforekomster og som kan utvikle stor prosentvis andel av det samlede planteplankton. Dette varierer imidlertid svært fra år til år i samme lokalitet. Ut fra analysene av prøvene samlet i 1992 ville en bedømme Fjotlandsvatn som oligotrof (næringsfattig) og relativt sur.

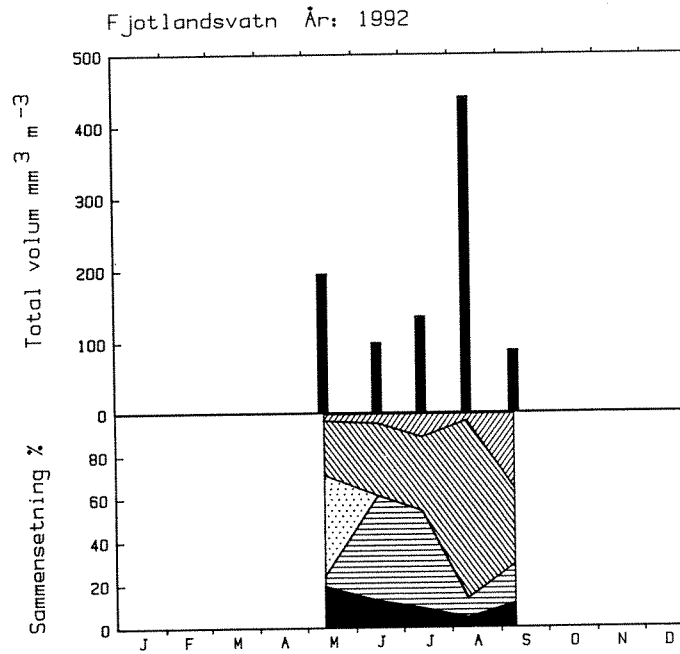
Sammenligner en analyser fra 1992 med analyseserien fra Fjotlandsvatn i 1988 (Faafeng *et al.* 1990), er det tildels store forskjeller å registrere. Det mest iøynefallende er den høye verdien for totalvolum som ble registrert i mai 1988 med $2300 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, hvorav "µ-algene" utgjorde hele 56% av det samlede planteplanktonvolum. µ-algene utgjorde det året store deler av det samlede planteplankton gjennom det meste av vekstsesongen. Noe lignende ble ikke registrert i 1992, selvom totalvolum beregnet resten av sesongen 1988 var mye i samme størrelsesorden som det som ble registrert gjennom sesongen 1992.

En annen interessant forskjell er gullalgen *Dinobryon pediforme* som var et tildels dominerende element i planteplanktonet på ettersommeren 1992. Denne ble ikke registrert i prøvene fra 1988. Det er vanskelig å gi noen forklaring på de tildels store forskjellene som ble registrert i planteplankton i denne innsjøen disse to årene.

Forskjeller i zooplanktonbestanden om våren kan forklare forskjellene i mai måned.





TEGNFORKLARING

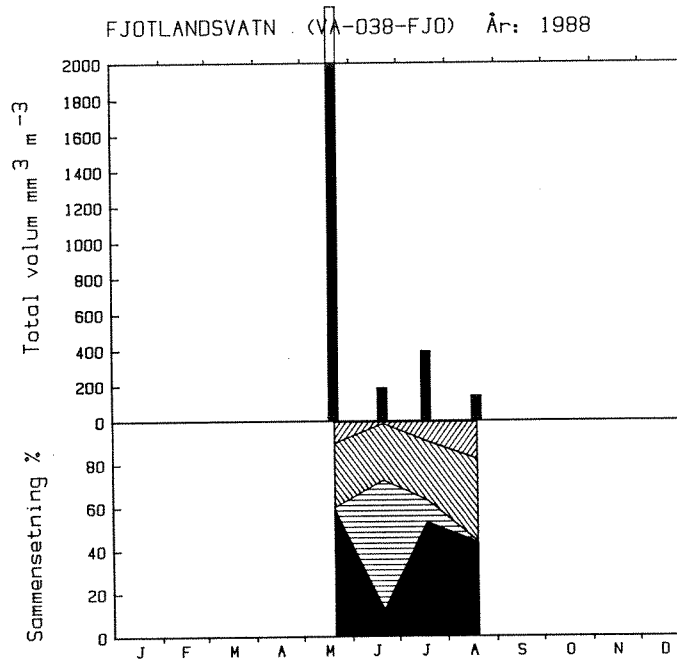
-  CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)
-  CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)
-  BACILLARIOPHYCEAE (Kiselalger)
-  CRYPTOPHYCEAE
-  MY-ALGER



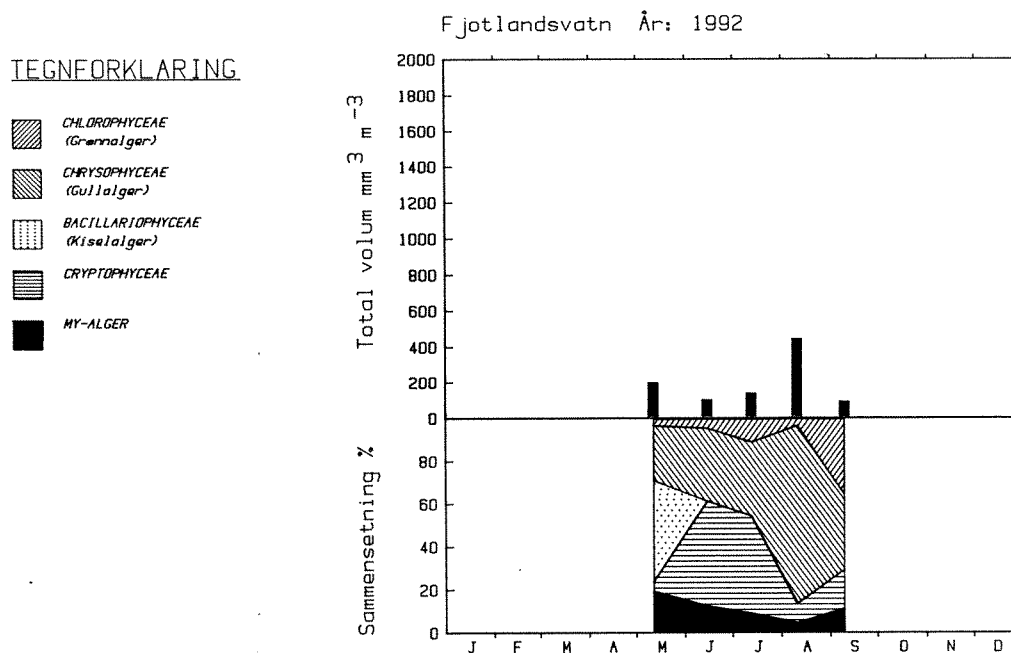
Figur 10. Total volum og prosentvis sammensetning av planteplankton i Fjotlandsvatn i 1992.

TEGNFORKLARING

-  CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)
-  CHRYSOPHYCEAE (Gullalger)
-  CRYPTOPHYCEAE
-  MY-ALGER



Figur 11. Total volum og prosentvis sammensetning av planteplankton i Fjotlandsvatn i 1988.



Figur 12. Total volum og prosentvis sammensetning av planteplankton i Fjotlandsvatn i 1992, samme målestokk som i 1988.

4.4. BUNNDYRUNDERSØKELSER I KVINAVASSDRAGET

4.4.1. Forekomst av bunndyr i Kvinavassdraget. (Trent biotiske indeksberegninger).

Døgnfluer ble påvist på samtlige stasjonene med unntak av stasjonene 1 og 2 i Knabåni og stasjon 1 i Litleåna (tabell 14). Steinfluer, vårfluer og fjærmygg ble påvist på samtlige stasjoner. På stasjon 3 i Kvina ble det påvist ertemuslinger. Trent biotiske indeksverdi er beregnet for samtlige lokaliteter, og vist i tabell 14. Artssammensetningen er gitt i vedlegg 3. Forekomstene av bunndyr var sterkt preget av forsuren av vassdraget. Vassdraget var i hovedsak dominert av rentvannsarter, men bunndyrforekomsten i Sløåna (med Trent biotiske indeksverdi >5) antyder en noe næringsrik tilstand for denne stasjonen.

Den relativt "fattige" faunaen ved stasjon 1 og 2 i Knabåni, samt stasjon 1 i Kvina kan skyldes metallforgiftning, dog må alternative årsaker som forsuren, bunnssubstrat (stein og begroing), temperatur og næringstilgang tas med som alternative årsaker. Ved eventuelle senere undersøkelser må dette analyseres mer nøye enn gjennomført i denne undersøkelsen.

Tabell 14. Forekomst av ulike bunndyr i Kvina vassdraget. Indeksverdier fra Trent biotiske indeks er vist i tabellen.

Stasjon	DATO	Trent Blotiske Indeks	Steln-fluer	Døgn-fluer	Vår-fluer	Billier	Fjær-mygg	Knott	Andre tovinger	Fåbørste-mark	Erte-muslinger
Knaben 1	12/09/91	6	3		1		13				
Knaben 2	12/09/91	6	6		25		63				
Knaben 2	10/06/92	5			5	1	14	1			
Kvina 1	12/09/91	7	1	3			86				
Kvina 1	10/06/92	6		20	12	2	133				
Kvina 2	12/09/91	6		41	42		21		1		
Kvina 3	12/09/91	8	3	14	29		13		1	9	2
Kvina 3	10/06/92	8	11		38		69		2	11	3
Kvina 5	12/09/91	7	3	7	63		9			2	
Kvina 5	10/06/92	6	3	1	2		24	2			
Kvina 6	12/09/91	7	18	4	66		10				
Kvina 6	10/06/92	6	2		11	1	6			2	
Lilteåna 1	10/06/92	7	11		7		115	2		5	
Lilteåna 2	12/09/91	7	24	4	22	3	1		2		
Lilteåna 2	10/06/92	6	26		18	15	13	1		9	
Sløåna 2	12/09/91	6	3		74		100			12	
Sløåna 2	10/06/92	5			48	5	31			12	

5. DISKUSJON

Det er gjort forsøk på å fastsette vassdragets antatte opprinnelige naturtilstand, det vil si naturtilstanden vassdraget hadde hatt uten menneskelig påvirkning. Nåværende naturtilstand endres både av aktiviteter innenfor vassdraget og av tilførte stoffer med luft og nedbør. Blant annet har nitrogentilførsler fra sur nedbør vist seg å bidra med opptil 20% av nitrogenkonsentrasjonen i flere sørlandselver (Hindar 1989, 1990, 1991) og innsjøer (Henriksen et al. 1988). I denne rapporten er det ikke fokusert på kildene til næringssaltbelastningen, men fokusert på vassdragets tilstand og forurensningsgrad (figur 13 og 14).

5.1. EUTROFIERING

Eutrofiering vil si at det er så mye næringsstoffer til stede i vassdraget at det skaper vekstgrunnlag for uønsket plantevekst, smak og farge på vannet. Eutrofiering forringer bruk av vann. Humus kan inneholde fosfor. Rognerud (1981) fant fra humus-innsjøer i Telemark som ikke var utsatt for kulturell påvirkning mellom 4.5 og 10 $\mu\text{g P/L}$ i innsjøer med fargetall på 20-60 mg Pt/L. Ved høy vannføring var Kvina farget av humus (observeringer gjort av S. Træland), noe som øker bakgrunnsverdien for fosfor. Opprinnelig naturtilstand i vassdraget er satt til 5 $\mu\text{g Tot-P/L}$, 250 $\mu\text{g Tot-N/L}$ og 100 $\mu\text{g NO}_3\text{/L}$.

Hovedvassdraget (Kvina) var men hensyn til forutsetningene ovenfor, ikke vesentlig forurenset på grunn av næringssalter og hadde akseptable verdier for organisk belastning. Konsentrasjonen av næringssalter i vassdraget var ikke bestemt av vannføringen, noe som indikerer at det ikke var større kontinuerlige utslipp av forurensninger. De målte konsentrasjoner av fosfor og nitrogen skyldes sannsynligvis arealavrenning fra fjell og skog, med mindre lokale bidrag fra landbruksområdene og befolkningssentraene. Bakteriekonsentrasjonen i vassdraget antyder (små mengder) kloakkutslipp, noe som også bidrar med næringssalter. Sur nedbør vil øke nitrogenkonsentrasjonen i vassdraget (Henriksen et al. 1988, Hindar 1989, 1990, 1991).

Konsentrasjonen av næringssalter og bakterier var for høye i Sløåna. Dette antyder direkte tilførsler av næringssalter og kloakk.

Forekomsten av bunndyr antyder at vassdraget i hovedsak var lite påvirket av forurensning, men antydnet samtidig at Sløåna var noe mer forurenset enn resten av vassdraget.

Forurensningsgraden til Fjotlandsvann er uakseptabel. Både påvisning av bakterier, samt høye konsentrasjoner av fosfor og nitrogen tyder på tilførsel av kloakk. Innsjøen er sur (lav pH). Dette kan forklare den tilsynelatende uoverenstemmelsen mellom næringssalt-analysene og analyse av planteplankton.

Sløåna og Fjotlandsvatn betraktes som moderat til markert forurenset. Kildene til forurensningene bør saneres.

5.2. TUNGMETALLER

Tungmetallavrenning fra Knaben gruver var ikke betenkelig høy. Med unntak av molybden og bly, var tilstanden fra Knabeåni til Kvina's utløp lik. Dette antyder at det finnes andre kilder til tungmetallkonsentrasjonen i Knabeåni og Kvina enn kun avrenning fra gruve-deponiet. Sur nedbør kan øke metallkonsentrasjonen i vassdrag.

Bunndyrstasjonene i Knabeåni var de eneste hvor døgnfluer ikke ble påvist. Hvorvidt dette kan tilskrives tungmetaller er usikkert, men kan ikke utelukkes før toleransegrenser fastsettes (Grande 1991, Aanes og Bekken 1989).

Ved fremtidig bruk av deponiet bør man allikevel ta hensyn til faren for økt erosjon. Økt erosjon kan øke tungmetallutlekking, samt at erosjonsmateriale kan bli transportert nedover i vassdraget for så å sedimentere i rolige partier av Kvina. Dette kan gå ut over mulige gyteplasser for fisk i vassdraget.

Dersom vassdraget kalkes vil den giftige aluminiumskonsentrasjonen avta. Økt kalsiuminnhold vil samtidig motvirke negative effekter av tungmetall.

5.3. SURHET

Hele Kvina-vassdraget er svært surt. Forsuringstolerante bunndyr ble ikke påvist. Vassdraget bør kalkes dersom reproduserende anadrome fiskestammer skal kunne sikres for fremtiden. Det er utarbeidet kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1992).

Kalking av vassdraget vil redusere giftvirkningen av aluminium og kopper.

5.4. BAKTERIER/HYGIENE

Hele vassdraget er påvirket av bakterier. Bakteriebebelastningen var høyest i Knabeåni, stasjon 3, og lavest ved Kvina-stasjonene 1 og 3. Fjotlandsvatn er påvirket av bakterier. Bakterier stammer fra avføring fra mennesker og/eller andre varmblodige dyr. Kloakk, alternativt beiting av husdyr i elvekanten kan være kilden til de periodiske økte konsentrasjonene av bakterier i vassdraget. Kloakkutslipp direkte i vassdraget påvirker også nærings salt-tilførselen.

Det er grunnlag for å undersøke kloakkutslipp samt bruk av elvebredden til beiteformål.

5.5. PÅVIRKNING AV FEDAFJORDEN, næringsalter og tungmetaller

Beregning av årlig transport av næringsalter og tungmetaller fra Kvina til Fedafjorden er utført etter følgende formel:

$$L = (\sum(C_i * Q_i) / \sum Q_i) Q_a$$

L=årlig transport
 Q_a=Vanntransport/år
 C_i=konsentrasjonen på tidspunkt i
 Q_i=vannføring på tidspunkt i

og vist i tabell 15. Vannføringen i Kvina måles oppstrøms samløpet med Litleåna. Ettersom Kvina er regulert, vil ikke vannføringen for hele det uregulerte feltet (Kvina + Litleåna) kunne beregnes ved kun å justere for nedslagsfelt arealene. Beregningene av transport til Fedafjorden er derfor utført både med vannføringsdata fra Kvina, samt fra et nabovassdrag, stasjon 2258-Møska. Avrenning fra Møska ble justert for arealforskjeller mellom vassdragene. Tilførslene av fosfor og nitrogen til Fedafjorden endres ikke hvis arealkorrigert avrenningsdata fra Møska benyttes (52 tonn nitrat, 160 tonn tot-N og 4 tonn total-fosfor) fremfor Kvina+Litleåna (54 tonn nitrat, 159 tonn tot-N og 4 tonn total-fosfor). Transportvolumet fra Kvina-vassdraget er sammenlignet med transport fra Songdalselva (Vest-Agder) og Nidelva (Aust-Agder) i tabell 16. I tabellen 17 er transport korrigert for vassdragenes avrenningsareal. Dette normaliserer transporttallene til samme arealenhet. Sammenlignet med Nidelva er fosfortransporten høy i Kvina og Songdalselva, mens nitrogentransporten er klart høyest i Songdalselva.

Tabell 15. Transport av fosfor og nitrogen fra Kvina til Fedafjorden. Transport er beregnet både på grunnlag av vannføringsdata fra NVE-stasjon 2258-Møska, for å evaluere for mulige feil i vannføringsberegningene fra Kvina på grunn av reguleringen.

DATO	Q	NO3	T-N	T-P	NO3	T-N	T-P
	m3/sek	µg/L	µg/L	µg/L	mg/sek	mg/sek	mg/sek
12/09/91	8,6	62	143	4	532	1228	34
12/11/91	81,5	69	248	6	5620	20200	489
11/02/92	54,5	134	306	3	7307	16686	164
06/04/92	6,0	225	298	6	1352	1790	36
12/05/92	27,1	118	250	6	3194	6767	162
06/06/92	7,3	44	132	4	320	959	29
13/07/92	8,6	81	169	8	696	1451	69
11/08/92	23,1	63	208	3	1455	4805	69
09/09/92	71,0	52	253	8	3692	17963	568
14/10/92	4,7	193	342	8	907	1607	38
SUM	292,3				25076	73459	1658
Volumveld konsentrasjon i avrenning (mg/m3)					86	251	6
Midlere avrenning=					20		
Tilførsler tonn/år					54	159	4

De målte tilførslerne er ikke sammenlignet med beregnede tilførsler. Tilførsler kan beregnes på grunnlag av koeffisienter for nitrogen- og fosfor fra areal avrenning (fjell, skog og landbruksområder), og fra menneskelig aktiviteter samt husdyr (antall personer, industri, skoler, antall kyr, griser, osv). Det bør gjennomføres en sammenlignende undersøkelse av flere vassdrag i regionen, og da i lys av Nordsjøkonvensjonen. Teoretiske beregninger er allerede utført for enkelte vassdrag (SFT 488B/92, Ibrekke et al. 1991, Baalsrud et al. 1991).

Tabell 16. Årlig transport av fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N og NO₃) (tonn/år) fra Kvina, Songdalselva og Nidelva.

Vassdrag	Tot-P	Tot-N tonn/år	NO ₃
Kvina	4	160	55
Songdalselva	1,7	185	90
Nidelva	15	1100	

Tabell 17. Årlig transport av fosfor og nitrogen (tonn/år) fra Kvina, Songdalselva og Nidelva, korrigert for nedslagsfelt ((transport pr. år/vassdrag areal) * 1000). N/P = Tot-N/Tot-P.

Vassdrag	Vassdrag areal	Tot-P	Tot-N kg/km ²	NO ₃	N/P
Kvina	570 km ²	7	280	96	40
Songdalselva	190 km ²	9	1000	470	111
Nidelva	3947 km ²	3,8	278		78

Forskjellene i forholdstall mellom N og P i Kvina, Songdalselva og Nidelva antyder at det må være ulike kilder til fosfor og nitrogen i de respektive vassdragene. Hvilke kilder som er de viktigste innen hvert vassdrag er ikke undersøkt i denne rapporten. Retensjon innen vassdrag vil redusere transporten av både fosfor og nitrogen, noe som kan være en forklaringsfaktor for lave verdier i Kvina. Forekomsten av landbruk langs Songdalselva og Kvina er forskjellig. Avrenning av landbrukskjødsel som følge av av mer intensivt landbruk i Songdalsvassdraget er en mulig forklaring til høy nitrogentransport i Songdalselva. Sur nedbør har blitt en viktig kilde til nitrogen tilførsler. Betydningen av nitrogentilførsler undersøkes nå i et eget statlig program (Nitrogen fra fjell til fjord).

Det er beregnet årlig transport av tungmetaller til Fedafjorden (fra Kvina) og til Kvina (fra Knabeåni) (tabell 18). Vannføringen i Knabeåni ble beregnet på grunnlag av vannføringen i Kvina, korrigert for areal. Denne beregningsmåten kan gi noe lav beregning av transport ettersom nedbørsintensiteten er større i de indre delene av vassdraget enn de ytre. Midlere avrenning ble satt til 3 m³/sek.

Volumveid konsentrasjon for sink var lik både i Knabeåni og i Kvina. Forskjellen var liten for aluminium. Dette antyder at tilførsel av disse elementene er bestemt av diffuse tilførsler (sur

nedbør). Konsentrasjonen av kopper og molybden var vesentlig høyere i Knabeåni enn i Kvina. Dette illustrerer bidrag fra deponiet. Molybden var det eneste element hvor transport ut av Knabeåni var større enn ut av Kvina. De andre tungmetallene forelå i så lave konsentrasjoner at transport ikke kan beregnes.

Tabell 18. Transport av tungmetaller fra Knabeåni til Kvina og fra Kvina til Fedafjorden. Transport er beregnet både på grunnlag av vannføringsdata fra NVE-stasjon 2258-Møska, for å evaluere for mulige feil i vannføringsberegningene fra Kvina på grunn av reguleringen. Vannføringen i Knabeåni er beregnet på arealjustert vannføring i Kvina.

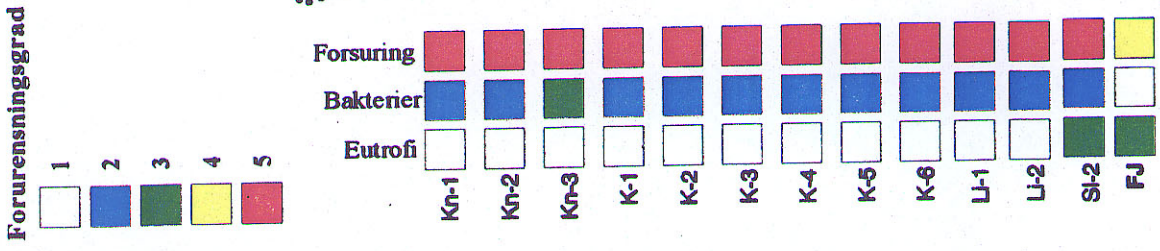
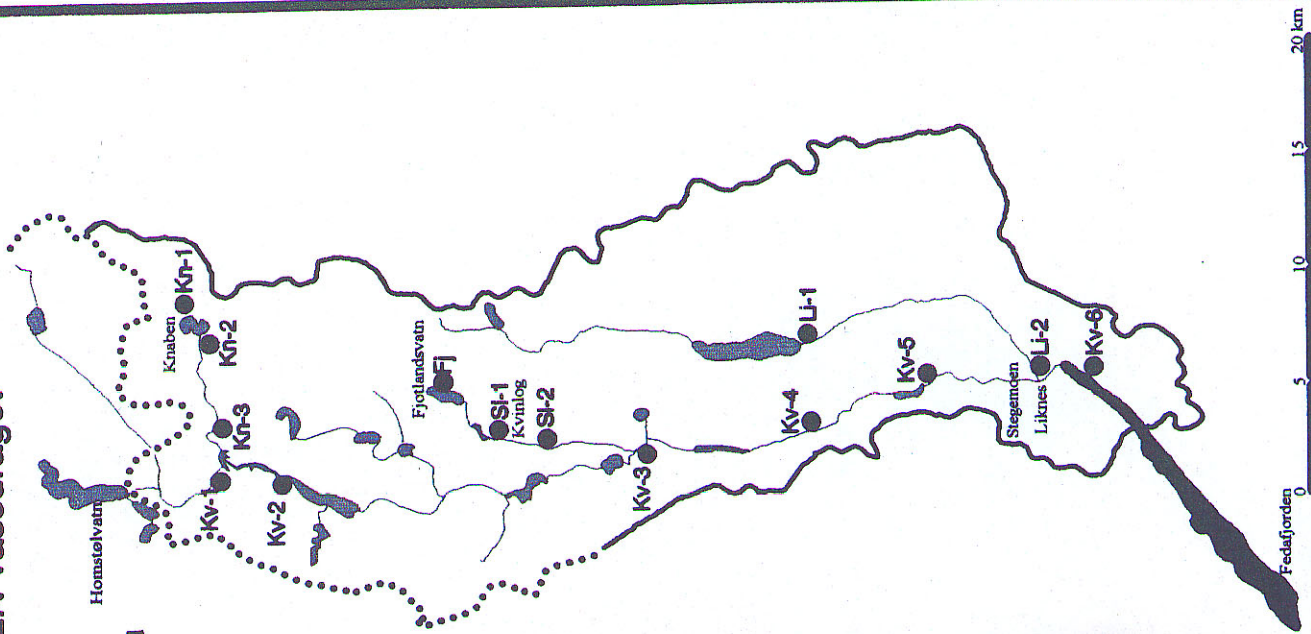
TUNGMETALLER Tilførsler til Fedafjorden

DATO	Q m ³ /sek	Cu µg/L	Zn µg/L	Mo µg/L	Alr µg/L	Cu mg/sek	Zn mg/sek	Mo mg/sek	Alr mg/sek
06/04/92	6	3	27	0,5	120	18	162	3	720
12/05/92	27,1	4	20	0,5	120	108	542	14	3252
13/07/92	8,6	5	13	0,5	150	43	112	4	1290
09/09/92	71	2	15	0,5	160	142	1065	36	11360
14/10/92	4,7	23	29	0,5	140	108	136	2	658
SUM	117,4					420	2017	59	17280
Volumveld konsentrasjon i avrenning (mg/m³)						3,6	17,2	0,5	147,2
Middlere avrenning=						20 m³/sek			
Tilførsler tonn/år						2,3	10,8	0,3	92,8

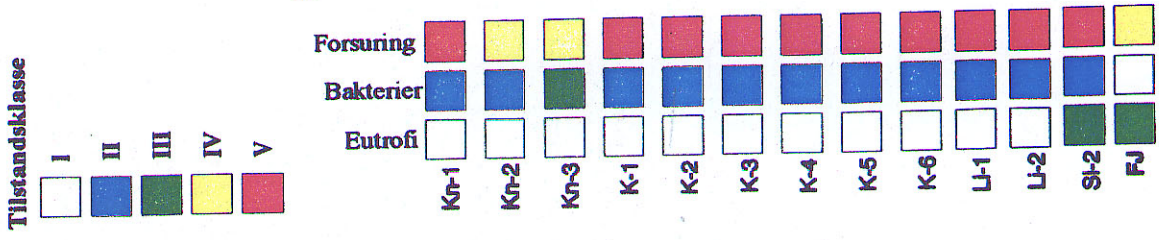
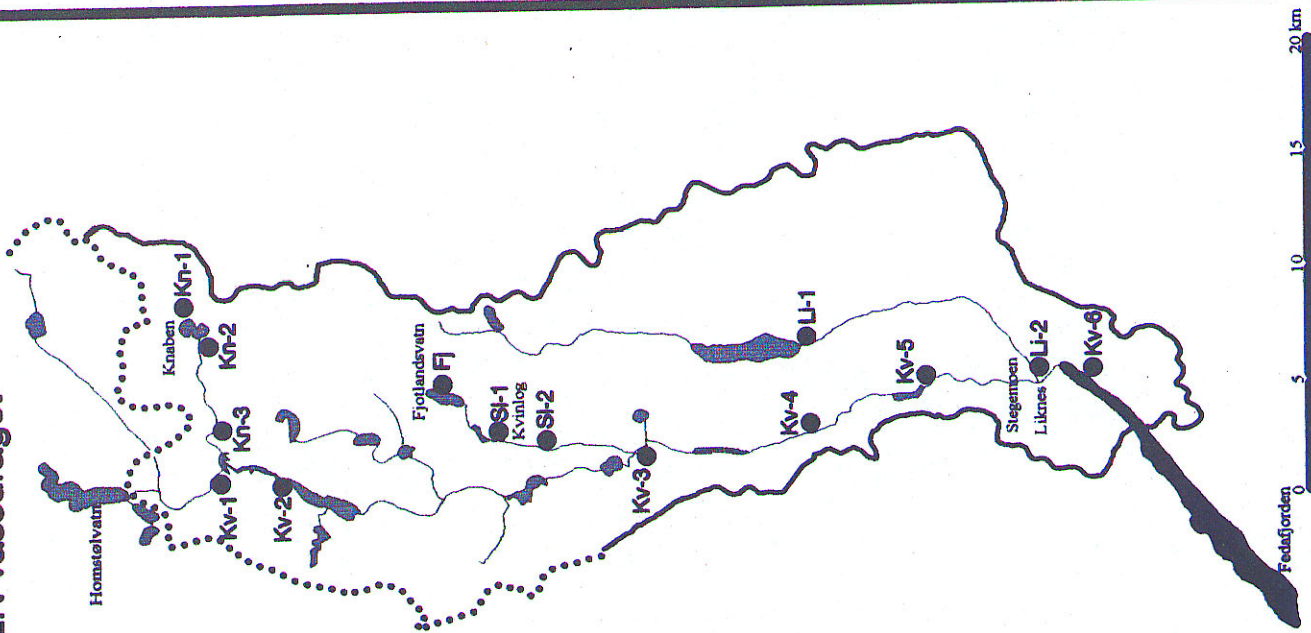
TUNGMETALLER Tilførsler til Kvina

DATO	Q m ³ /sek	Cu µg/L	Zn µg/L	Mo µg/L	Alr µg/L	Cu mg/sek	Zn mg/sek	Mo mg/sek	Alr mg/sek
06/04/92	0,52632	11	25	17	170	6	13	9	89
12/05/92	2,37719	7	37	1	110	17	88	2	261
13/07/92	0,75439	6	18	16	100	5	14	12	75
09/09/92	6,22807	11	11	8	100	69	69	50	623
14/10/92	0,41228	12	11	34	110	5	5	14	45
SUM	10,2982					100	188	87	1095
Volumveld konsentrasjon i avrenning (mg/m³)						9,8	18,2	8,5	106,3
Middlere avrenning=						3 m³/sek			
Tilførsler tonn/år						0,9	1,7	0,8	10,1

KVINA - KNABEN vassdraget Vest-Agder



KVINA - KNABEN vassdraget Vest-Agder



REFERANSER

- Aanes, K.J. og T. Bækken. 1989. Bruk av bunndyrfauna i vannkvalitetsklassifiseringen, Nr 1. Generell del. NIVA-rapport 2278, 62s.
- Anon. 1992. Høringsnotat for revidert kortversjon av "Veileder. Tiltaksorientert overvåking av ferskvannsføremster", Brev fra SFT, 23. juni 1992.
- Baalsrud, K., L. Golmen, J. Molvær og B. Rygg. 1991. Nordsjøplanen, Marine resipienter, tilførsler, mål for vannkvalitet og behov for reduksjon i tilførsler. NIVA-rapport 2638. 51 s.
- Brettum P. og G. Holtan. 1986. Vannkvalitetsvurderinger av Livatn 1985. NIVA-rapport 1834/86. 33 s.
- Brettum, P. 1986. Vannkvalitetsvurderinger av innsjøer på Lista, 1985. NIVA-rapport 1821/86. 43 s.
- Faafeng, B., P. Brettum og D. Hessen. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge. NIVA-rapport 2355/90. 57 s.
- Grande, M. 1991. Biologisk effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-rapport 2562/91. 136 s.
- Henriksen, A., L. Lien, T.S. Traaen, I.S. Sevalrud and D.F. Brakke. 1988. Lake acidification in Norway - predicted and present chemical status. *Ambio*, 1: 259-266.
- Hindar A. 1992. Kalkingsplan for Kvina-vassdraget og Litleåna. NIVA-rapport 2775. 34s.
- Hindar A. 1990. Vannkvaliteten i Toppdalselva, i 1987-1988. NIVA-rapport 2369. 24s.
- Hindar, A. og E.A. Lindstrøm. 1989. Vannkvalitet og næringsstofftilførsler i Nidelva, Aust-Agder - Konsekvenser av manøvreringen av Rygene dam for drikkevannskvaliteten i innsjøen Rore. NIVA-rapport 2248. 80s.
- Hindar, A. 1990. Arealavrenning av nitrogen og fosfor til vassdrag i Aust-Agder. NIVA-rapport 2375. 51s.
- Hindar, A., K.J. Aanes og T. Bækken. 1991. Otra 1987-1990. Tiltaksorientert overvåking. NIVA-rapport 2657. 68s.
- Holtan, G., D.Berge, H.Holtan og T.Hopen. 1991. Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1990. Statens forurensningstilsyn rapport 452a/91.
- Holtan, H. og D. Rosland. 1991. Veileder. Tiltaksorientert overvåking av ferskvannsføremster. NIVA-rapport 2592/91. 51 s.
- Ibrekk, H.O., D. Berge, H. Holtan, R. Guldbrandsen og K. Øren. 1991. Nordsjøplanen. Vassdrags - Inndeling i resipientområder, tilførsler, retensjon, mål for vannkvalitet og behov for reduksjon i tilførsler. NIVA-rapport 2628. 92s.

- Iversen E. R. og R.T. Arnesen. 1990. Vannforurensning fra gruver, del 3. NIVA-rapport 2363/90. 51 s.
- Jonsson, N. og I.A. Blakar. 1988. Kjemisk overvåking av Norske vassdrag, 1987. Direktoratet for Naturforvaltning rapport 3/88. 72 s.
- Kroglund, F. og A. Hindar. 1991. Resipientundersøkelse av Songdalselva. NIVA-rapport 2611/91. 44 s.
- Lande, A., E.A. Lindstrøm, K. Næs og K. Tangen. Audna og Snigsfjorden. Vannkvalitet 1981-1986. NIVA-rapport 2028. 104s.
- Lande, A. 1987. Lyngdalselva 1986. Vurdering av vannkvalitet. NIVA-rapport 1977. 35s.
- Lindstrøm, E.A. og T. Tjomsland. 1982. Resipientundersøkelse i tilknytning til utbygging av Lygnavassdraget. NIVA-rapport 1359/82. 65 s.
- Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen. 1979. TELEMARКСVASSDRAGET-Hovedrapport fra undersøkelser i perioden 1975-1979. NIVA-rapport O-70112.
- Sanni, S. og O.K. Skogheim. 1988. Sira og Sinnesvatn. Resipientundersøkelse og overvåking. Rogalandsforskning rapport. RF175/88.
- SFT 1989. 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. TA-630. 250s.
- Holtan, H., og J.E. Vinje. 1981. Vannforekomster i Vest-Agder. NIVA-rapport O-81072.

VEDLEGG 1. Kjemi

Benevnelser benyttet i kjemi vedlegg

Temp	temperatur °C
pH	
Alk	alkalitet mmol/L
NH ₄	ammonium µg/L
NO ₃	nitrat µg/L
Tot-N	total nitrogen µg/L
PO ₄	total fosfor µg/L
TOC	total organisk karbon mg/L
Ca	kalsium mg/L
Alr	syrereaktivt aluminium µg/L
Ali	uorganisk monomert aluminium µg/L
Cu	kopper µg/L
Pb	bly µg/L
Cd	kadmium µg/L
Mo	molybden µg/L
Koli	koliforme bakterier antall/100 ml
Term	termostabile koliforme bakterier antall/100 ml

Dato	Stasjon	Temp	pH	Alk	NH4	NO3	Tot-N	PO4	Tot-P	TOC	Ca	Alr	All	All	Cu	Pb	Cd	Mo	Zn	Koll	Termo	
12-09-91	Fjotlandsv	9,1	5,65	40	20	23	120	2,0	7	2,60										X	X	
12-11-91	Fjotlandsv																					
11-02-92	Fjotlandsv																					
06-04-92	Fjotlandsv																					
12-05-92	Fjotlandsv	6,2	5,20	32	11	121	336	6,5	18	1,40	0,73	120	70	50							1	0
06-06-92	Fjotlandsv	18,0	5,55	38	14	68	165	0,5	3	1,85	1,03	111	90	21							0	0
13-07-92	Fjotlandsv	17,5	6,35	80	14	38	202	3,5	11	2,70	0,72	100	70	30							1	0
11-08-92	Fjotlandsv	15,5	5,50	40	19	33	221	1,0	14	2,20	0,89	100	80	20							6	1
09-09-92	Fjotlandsv	12,6	4,90	24	35	65	443	5,0	28	2,20	0,96	100	80	20							10	5
14-10-92	Fjotlandsv																					
Gj.snitt	Fjotlandsv	13,2	5,5	42,3	18,8	56,0	247,8	3,1	13,5	2,2	0,9	106	78	28							3,6	1,2
St.dev		4,8	0,5	19,4	8,6	35,7	119,9	2,4	8,8	0,5	0,1	9	8	13							4,3	2,2
Min		6,2	4,9	24,0	11	23	120	0,5	3	1,4	0,7	100	70	20							0,0	0,0
Max		18,0	6,4	80,0	35	121	443	6,5	28	2,7	1,0	120	90	50							10,0	5,0
Antall (N)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5							5	5
12-09-91	Knaben 1	7,2	4,85	9	13	214	236	1,5	2	0,65										X		X
12-11-91	Knaben 1	0,6	4,90	18	33	160	315	2,0	2	1,20											3	2
11-02-92	Knaben 1	0,0	5,15	32	40	172	266	1,0	2	0,50											0	0
06-04-92	Knaben 1	0,4	4,70	14	62	320	498	2,0	2	0,30	0,57	210	20	190							4	2
12-05-92	Knaben 1	2,0	4,75	16	52	216	322	2,5	5	0,45	0,26	110	30	80							0	0
06-06-92	Knaben 1		5,70	100	14	77	122	0,5	2	0,80	0,22	120	50	70							1	0
13-07-92	Knaben 1	11,8	5,65	48	22	280	418	2,0	20	1,40	0,60	140	50	90							>200	170
11-08-92	Knaben 1	11,9	4,70	22	23	87	196	<0,5	5	2,00	0,30	80	40	40							10	2
09-09-92	Knaben 1	7,7	4,70	12	8	35	171	1,0	5	1,05	0,25	70	50	20							13	11
14-10-92	Knaben 1	3,2	5,50	28	9	162	267	1,5	6	1,20	0,83	140	100	40							62	23
Gj.snitt	Knaben 1	5,0	5,1	29,9	27,6	172,3	281,1	1,6	5,1	1,0	0,4	124	49	76							11,6	23,3
St.dev		4,8	0,4	27,2	18,7	89,8	113,4	0,6	5,5	0,5	0,2	46	25	56							20,9	55,5
Min		0,0	4,7	9,0	8	35	122	0,5	2	0,3	0,2	70	20	20							0,0	0,0
Max		11,9	5,7	100,0	62	320	498	2,5	20	2,0	0,8	210	100	190							62,0	170,0
Antall (N)		9	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7							8	9
12-09-91	Knaben 2	9,3	5,80	38	7	113	169	1,5	2	1,60										X		X
12-11-91	Knaben 2	1,0	5,20	32	28	133	303	1,0	3	1,60											1	0
11-02-92	Knaben 2	0,0	5,40	34	23	140	246	1,5	2	0,80											0	0
06-04-92	Knaben 2	0,4	5,40	40	60	372	477	2,0	4	0,80	1,77	180	30	150	17	1	<0,5	29	17		1	0
12-05-92	Knaben 2	2,0	4,95	26	44	147	281	2,0	9	0,40	0,53	100	30	70	6	<0,5	<0,5	<2	15		0	0

Dato	Stasjon	Temp	pH	Alk	NH4	NO3	Tot-N	PO4	Tot-P	TOC	Ca	Alr	All	All	Cu	Pb	Cd	Mo	Zn	Koll	Termo
06-06-92	Knaben 2	14,4	6,15	96	19	50	108	0,5	1	1,75	0,88	100	30	70	3	<0,5	<0,5	22	11	3	1
13-07-92	Knaben 2	14,1	5,45	38	19	127	234	1,5	8	2,00	1,22	120	30	90	3	<0,5	<0,5	22	11	400	100
11-08-92	Knaben 2	12,4	5,10	30	13	60	167	<0,5	4	1,70	1,07	80	20	60	6					6	3
09-09-92	Knaben 2	8,5	4,90	20	8	31	227	1,0	6	1,65	0,81	80	40	40	18	2	<0,5	13	15	35	30
14-10-92	Knaben 2	4,5	5,70	38	25	190	291	1,5	5	1,80	2,17	90	40	50	14	2	<0,5	43		1	0
Gj.snitt	Knaben 2	6,7	5,4	39,2	24,6	136,3	250,3	1,4	4,4	1,4	1,2	107	31	76						49,7	14,9
St.dev		5,8	0,4	20,9	16,4	96,4	100,8	0,5	2,6	0,5	0,6	35	7	36						131,8	33,4
Min		0,0	4,9	20,0	7	31	108	0,5	1	0,4	0,5	80	20	40						0,0	0,0
Max		14,4	6,2	96,0	60	372	477	2,0	9	2,0	2,2	180	40	150						400,0	100,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7						9	9
Dato		Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3	Kn-3
12-09-91	Knaben 3	11,4	5,80	40	10	86	154	2,0	3	1,75											X
12-11-91	Knaben 3	1,5	4,85	20	31	85	267	2,0	3	2,75										120	80
11-02-92	Knaben 3	0,0	5,40	36	40	106	223	1,5	3	1,70										4	1
06-04-92	Knaben 3	1,0	5,20	32	35	285	395	2,0	5	1,15	1,10	170	40	130	11	<0,5	<0,5	17	25	1	0
12-05-92	Knaben 3	3,0	4,85	22	35	129	250	3,0	8	1,00	0,47	110	50	60	7	0,5	<0,5	<2	37	78	56
06-06-92	Knaben 3	14,6	6,10	48	13	47	110	0,5	7	1,65	0,88	120	10	110	6	<0,5	<0,5	16	18	12	5
13-07-92	Knaben 3	14,3	6,05	66	22	110	310	2,0	12	3,05	1,22	100	40	60	6	<0,5	<0,5	16	18	>350	300
11-08-92	Knaben 3	12,6	4,85	22	21	50	213	<0,5	4	3,10	0,86	110	90	20	20					37	5
09-09-92	Knaben 3	9,0	4,65	10	8	28	238	1,0	4	2,30	0,66	100	40	60	11	<0,5	<0,5	8	11	75	67
14-10-92	Knaben 3	5,0	5,30	32	7	139	249	1,5	4	2,10	1,43	100	40	60	12	<0,5	<0,5	34		58	35
Gj.snitt	Knaben 3	7,2	5,3	32,8	22,2	106,5	240,9	1,7	5,3	2,1	0,9	116	44	71						48,1	61,0
St.dev		5,8	0,5	16,0	12,4	72,4	78,3	0,7	2,9	0,7	0,3	25	24	37						42,2	94,7
Min		0,0	4,7	10,0	7	28	110	0,5	3	1,0	0,5	100	10	20						1,0	0,0
Max		14,6	6,1	66,0	40	285	395	3,0	12	3,1	1,4	170	90	130						120,0	300,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7						8	9
Dato		Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1	Kv-1
12-09-91	Kvina 1	11,3	4,90	10	10	109	162	1,5	4	0,70											X
12-11-91	Kvina 1	1,6	4,60	6	20	51	159	2,0	3	3,00										3	3
11-02-92	Kvina 1	0,0	5,50	40	21	62	190	1,0	3	2,10										1	1
06-04-92	Kvina 1	1,5	4,75	16	<5	114	158	1,5	4	2,95	0,30	130	60	70	7	1	<0,5	<2	14	0	0
12-05-92	Kvina 1	4,3	5,00	22	15	50	161	2,0	11	1,00	0,20	330	70	260	6	0,5	<0,5	<2	26	1	0
06-06-92	Kvina 1	8,9	5,05	32	14	124	170	0,5	2	1,40	0,25	160	50	110	3	<0,5	<0,5	<2	19	2	0
13-07-92	Kvina 1	11,1	5,80	56	36	135	210	2,5	5	1,10	0,22	150	50	100	3	<0,5	<0,5	<2	19	16	8
11-08-92	Kvina 1	12,0	4,65	12	4	43	192	<0,5	4	5,45	0,21	150	100	50	50					11	17
09-09-92	Kvina 1	9,3	4,80	18	4	10	193	1,0	7	3,15	0,15	130	100	30	5	<0,5	<0,5	<2	13	26	24
14-10-92	Kvina 1	5,7	5,35	36	7	115	228	1,5	5	1,85	0,43	110	90	20	7	<0,5	<0,5	<2		1	1

Dato	Stasjon	Temp	pH	Alk	NH4	NO3	Tot-N	PO4	Tot-P	TOC	Ca	Alr	All	All	Cu	Pb	Cd	Mo	Zn	Koll	Termo	
																						Kv-2
Gj.snitt	Kvina 1	6,6	5,0	24,8	14,6	81,3	182,3	1,5	4,8	2,3	0,3	166	74	91							6,8	6,0
St.dev		4,5	0,4	15,8	10,2	42,8	24,2	0,6	2,6	1,4	0,1	74	22	82							9,1	8,8
Min		0,0	4,6	6,0	4	10	158	0,5	2	0,7	0,2	110	50	20							0,0	0,0
Max		12,0	5,8	56,0	36	135	228	2,5	11	5,5	0,4	330	100	260							26,0	24,0
Antall (N)		10	10	10	9	10	10	9	10	10	7	7	7	7	7						9	9
		Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2	Kv-2
12-09-91	Kvina 2	10,9	4,90	20	7	101	154	1,0	4	0,60											X	X
12-11-91	Kvina 2	0,8	4,70	12	21	53	171	1,5	3	3,60											36	11
11-02-92	Kvina 2	1,0	4,80	20	28	87	246	1,0	2	2,90											6	0
06-04-92	Kvina 2	2,6	5,15	36	9	234	267	2,0	5	2,25	0,70	160	50	110	8	1	<0,5	<2	17		0	0
12-05-92	Kvina 2	5,6	4,90	20	15	95	230	2,0	4	1,10	0,35	140	70	70	8	0,5	<0,5	<2	39		8	0
06-06-92	Kvina 2	11,3	6,30	60	19	110	146	0,5	1	1,75	0,31	170	70	100	3	<0,5	<0,5	<2	18		2	0
13-07-92	Kvina 2	13,0	6,30	68	11	110	166	3,0	7	0,90	0,25	140	70	70	3	<0,5	<0,5	<2	18		27	18
11-08-92	Kvina 2	12,7	4,75	16	10	53	179	<0,5	5	3,40	0,56	150	90	60							36	16
09-09-92	Kvina 2	9,5	4,65	12	6	21	206	1,0	7	3,05	0,46	150	70	80	6	1	<0,5	<2	16		110	80
14-10-92	Kvina 2	5,5	5,85	50	7	172	303	1,5	5	3,10	1,27	150	80	70	7	1	<0,5	<2	3		3	0
Gj.snitt	Kvina 2	7,3	5,2	31,4	13,3	103,6	206,8	1,5	4,3	2,3	0,6	151	71	80							25,3	13,9
St.dev		4,8	0,7	20,8	7,3	61,5	52,9	0,8	1,9	1,1	0,4	11	12	18							34,9	25,9
Min		0,8	4,7	12,0	6	21	146	0,5	1	0,6	0,3	140	50	60							0,0	0,0
Max		13,0	6,3	68,0	28	234	303	3,0	7	3,6	1,3	170	90	110							110,0	80,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7	7						9	9
		Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3	Kv-3
12-09-91	Kvina 3	11,6	5,00	24	10	93	151	1,0	4	1,10											X	X
12-11-91	Kvina 3	2,2	4,60	6	20	69	207	1,0	4	3,70											28	10
11-02-92	Kvina 3	0,7	4,70	20	35	118	286	1,0	3	2,15											20	8
06-04-92	Kvina 3	3,3	4,70	16	7	174	240	2,0	6	2,10	0,47	150	60	90							2	0
12-05-92	Kvina 3	6,6	4,75	18	13	110	240	1,5	5	1,20	0,38	140	10	130							1	0
06-06-92	Kvina 3	18,3	5,95	48	14	71	146	0,5	2	2,20	0,41	170	40	130							6	2
13-07-92	Kvina 3	17,5	5,05	28	25	102	158	2,0	5	0,90	0,31	180	80	100							9	9
11-08-92	Kvina 3	14,9	4,65	12	10	57	200	<0,5	2	4,60	0,42	160	90	70							32	14
09-09-92	Kvina 3	11,0	4,65	12	8	52	253	1,0	6	3,50	0,45	160	30	130							50	33
14-10-92	Kvina 3	7,2	5,15	34	9	207	357	1,5	2	3,15	0,87	190	90	100							2	0
Gj.snitt	Kvina 3	9,3	4,9	21,8	15,1	105,3	223,8	1,3	3,9	2,5	0,5	164	57	107							16,7	8,4
St.dev		6,3	0,4	12,3	9,0	50,6	66,3	0,5	1,6	1,2	0,2	17	31	24							17,1	10,6
Min		0,7	4,6	6,0	7	52	146	0,5	2	0,9	0,3	140	10	70							1,0	0,0
Max		18,3	6,0	48,0	35	207	357	2,0	6	4,6	0,9	190	90	130							50,0	33,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7	7						9	9

Dato	Stasjon	Temp	pH	Alk	NH4	NO3	TotN	PO4	Tot-P	TOC	Ca	Alr	All	All	Cu	Pb	Cd	Mo	Zn	Koll	Termo
12-09-91	Kvina 4	11,6	5,15	36	10	70	135	1,0	6	1,35											
12-11-91	Kvina 4	2,6	4,55	4	19	72	215	1,0	4	3,70											15
11-02-92	Kvina 4	0,8	4,65	12	35	128	343	1,0	4	2,60											23
06-04-92	Kvina 4	3,5	4,80	26	<5	189	240	2,0	6	2,00	0,53	140	50	90							7
12-05-92	Kvina 4	6,8	4,75	16	11	118	271	2,5	6	1,10	0,41	140	10	130							5
06-06-92	Kvina 4	18,9	6,85	64	19	59	144	0,5	4	1,70	0,50	160	30	130							3
13-07-92	Kvina 4	17,2	5,10	30	16	94	148	2,0	9	0,95	0,44	140	70	70							28
11-08-92	Kvina 4	15,0	4,95	26	8	67	217	1,0	3	5,30	0,49	150	80	70							42
09-09-92	Kvina 4	11,0	4,65	12	4	45	266	1,0	8	7,05	0,44	180	70	110							30
14-10-92	Kvina 4	7,4	5,40	36	5	179	318	2,0	6	3,80	0,77	180	90	90							2
Gj.snitt	Kvina 4	9,5	5,1	26,2	14,1	102,1	229,7	1,4	5,6	3,0	0,5	156	57	99							18,1
St.dev		6,3	0,7	17,1	9,6	50,3	72,4	0,7	1,9	2,0	0,1	18	29	25							14,3
Min		0,8	4,6	4,0	4	45	135	0,5	3	1,0	0,4	140	10	70							2,0
Max		18,9	6,9	64,0	35	189	343	2,5	9	7,1	0,8	180	90	130							42,0
Antall (N)		10	10	10	9	10	10	10	10	10	7	7	7	7							9
12-09-91	Kvina 5	12,2	5,25	54	7	62	143	1,0	4	1,90											x
12-11-91	Kvina 5	2,8	4,65	10	24	69	248	4,5	6	3,60											37
11-02-92	Kvina 5	0,9	4,65	20	35	134	306	1,5	3	2,60											23
06-04-92	Kvina 5	3,4	4,85	20	31	225	298	2,0	6	1,80	0,67	140	50	90							16
12-05-92	Kvina 5	7,5	4,85	20	11	118	250	2,0	6	1,30	0,44	130	60	70							11
06-06-92	Kvina 5	17,4	5,45	44	19	44	132	0,5	4	2,30	0,53	110	40	70							18
13-07-92	Kvina 5	16,5	5,25	34	3	81	169	2,0	8	1,35	0,44	120	30	90							18
11-08-92	Kvina 5	15,5	4,75	18	13	63	208	1,0	3	4,10	0,56	140	20	120							42
09-09-92	Kvina 5	11,1	4,70	14	6	52	253	1,5	8	3,00	0,46	160	50	110							60
14-10-92	Kvina 5	7,5	5,15	32	12	193	342	1,5	8	3,20	0,87	160	90	70							26
Gj.snitt	Kvina 5	9,5	5,0	26,6	16,1	104,1	234,9	1,8	5,6	2,5	0,6	137	49	89							27,9
St.dev		6,0	0,3	14,0	10,8	62,5	71,0	1,1	2,0	1,0	0,2	19	23	20							15,7
Min		0,9	4,7	10,0	3	44	132	0,5	3	1,3	0,4	110	20	70							11,0
Max		17,4	5,5	54,0	35	225	342	4,5	8	4,1	0,9	160	90	120							60,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	7	7	7							9
Dato		Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6	Kv-6
12-09-91	Kvina 6	12,4	5,50	40	5	74	158	1,0	4	1,80											x
12-11-91	Kvina 6	4,1	4,80	18	19	168	407	1,0	4	3,20											40
11-02-92	Kvina 6	1,5	5,00	30	33	165	333	1,5	3	2,10											34
06-04-92	Kvina 6	3,9	5,10	30	7	237	295	2,5	8	2,00	0,83	120	50	70							42

Dato	Stasjon	Temp	pH	Alk	NH4	NO3	Tot-N	PO4	Tot-P	TOC	Ca	Alr	All	All	Cu	Pb	Cd	Mo	Zn	Koll	Termo
12-05-92	Kvina 6	8,0	5,00	28	11	147	267	2,5	8	0,85	0,67	120	60	60	4	<0,5	<0,5	<2	20	37	3
06-06-92	Kvina 6	18,0	5,70	38	22	71	168	0,5	4	1,40	0,75	130	50	80					>100		80
13-07-92	Kvina 6	17,3	5,50	42	27	102	173	1,0	12	1,50	0,66	150	80	70	5	<0,5	<0,5	<2	13	130	27
11-08-92	Kvina 6	15,6	4,95	34	14	80	138	<0,5	3	3,50	0,84	130	100	30						105	15
09-09-92	Kvina 6	11,6	4,85	24	8	94	313	1,5	8	2,85	0,73	160	80	80	2	<0,5	<0,5	<2	15	55	40
14-10-92	Kvina 6	7,5	5,85	48	26	212	357	2,0	7	2,35	1,23	140	110	30	23	<0,5	<0,5	<2	29	200	130
Gj.snitt	Kvina 6	10,0	5,2	33,2	17,2	135,0	260,9	1,5	6,1	2,2	0,8	136	76	60	60				80,4	37,1	37,1
St.dev		5,9	0,4	9,0	9,6	59,7	95,3	0,7	3,0	0,8	0,2	15	24	22	22				59,9	42,1	42,1
Min		1,5	4,8	18,0	5	71	138	0,5	3	0,9	0,7	120	50	30	30				34,0	3,0	3,0
Max		18,0	5,9	48,0	33	237	407	2,5	12	3,5	1,2	160	110	80	80				200,0	130,0	130,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7	7				8	8	9
12-09-91	Lilleelv 1	6,35		60	26	113	180	2,0	4	2,55									X		X
12-11-91	Lilleelv 1	4,2	4,65	24	24	112	391	1,0	5	4,10										21	9
11-02-92	Lilleelv 1	1,4	4,70	18	45	125	273	2,0	4	1,90										3	1
06-04-92	Lilleelv 1	2,7	4,85	22	16	195	245	3,0	6	2,10	0,47	120	50	70						8	0
12-05-92	Lilleelv 1	7,2	4,85	22	81	263	477	9,0	14	1,00	0,61	150	60	90						42	16
06-06-92	Lilleelv 1	17,0	5,60	38	3	213	273	0,5	3	3,20	1,13	140	40	100					>100		70
13-07-92	Lilleelv 1	14,1	6,15	72	27	250	407	2,5	11	3,30	1,44	130	90	40					>500		150
11-08-92	Lilleelv 1	14,6	4,95	28	25	80	233	<0,5	6	2,30	0,72	120	100	20						95	18
09-09-92	Lilleelv 1	11,5	5,30	42	15	73	323	2,0	10	3,20	0,59	120	90	30						40	14
14-10-92	Lilleelv 1	7,7	5,00	30	12	137	261	2,0	8	3,40	0,70	130	90	40						16	6
Gj.snitt	Lilleelv 1	8,9	5,2	35,6	27,4	156,1	306,3	2,7	7,1	2,7	0,8	130	74	56	56				32,1	31,6	31,6
St.dev		5,6	0,6	17,9	21,9	69,0	91,9	2,5	3,6	0,9	0,3	12	24	31	31				31,4	49,2	49,2
Min		1,4	4,7	18,0	3	73	180	0,5	3	1,0	0,5	120	40	20	20				3,0	0,0	0,0
Max		17,0	6,4	72,0	81	263	477	9,0	14	4,1	1,4	150	100	100	100				95,0	150,0	150,0
Antall (N)		9	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7	7				7	7	9
Dato		Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2	Li-2
12-09-91	Lilleelv 2	5,85		72	17	206	263	2,0	6	2,30										X	X
12-11-91	Lilleelv 2	4,6	4,75	30	22	168	331	1,0	4	3,30										48	23
11-02-92	Lilleelv 2	1,7	4,70	16	35	156	296	2,0	4	2,10										35	1
06-04-92	Lilleelv 2	3,9	5,10	32	9	231	267	2,0	6	1,90	0,73	110	40	70						24	2
12-05-92	Lilleelv 2	7,5	4,95	28	13	174	281	2,5	8	0,80	0,64	140	50	90						13	0
06-06-92	Lilleelv 2	17,9	6,70	90	14	305	358	0,5	3	2,75	0,75	110	30	80					>100		22
13-07-92	Lilleelv 2	16,0	6,80	156	11	522	939	2,0	6	2,50	3,53	120	40	80					>500		60
11-08-92	Lilleelv 2	15,4	5,10	40	8	103	250	<0,5	8	3,30	0,91	100	90	10						85	9
09-09-92	Lilleelv 2	11,7	4,70	14	23	104	418	2,0	10	2,85	0,71	130	70	60						110	40

Date	Stasjon	Temp	pH	Alk	NH4	NO3	Tot-N	PO4	Tot-P	TOC	Ca	Alr	All	All	Cu	Pb	Cd	Mo	Zn	Koll	Termo
14-10-92	Lillelv 2	8,0	6,15	55	5	210	309	2,0	5	3,15	1,17	110	70	40						202	52
Gj.snitt	Lillelv 2	9,6	5,5	53,3	15,7	217,9	371,2	1,8	6,0	2,5	1,2	117	56	61						73,9	23,2
St.dev		5,9	0,8	43,5	8,9	122,4	205,8	0,6	2,2	0,8	1,0	14	21	28						66,1	22,8
Min		1,7	4,7	14,0	5	103	250	0,5	3	0,8	0,6	100	30	10						13,0	0,0
Max		17,9	6,8	156,0	35	522	939	2,5	10	3,3	3,5	140	90	90						202,0	60,0
Antall (N)		9	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7						7	9
Dato	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2	SI-2
12-09-91	Sloána 1	11,4	5,70	40	50	132	218	2,0	6	3,00											X
12-11-91	Sloána 1	3,6	4,70	14	23	77	307	1,5	5	4,10										110	100
11-02-92	Sloána 1	1,0	4,60	10	26	115	280	2,0	5	2,85										18	5
06-04-92	Sloána 1	3,1	4,90	24	42	126	219	3,0	9	2,10	0,60	120	70	50						8	2
12-05-92	Sloána 1	6,4	4,85	20	11	95	243	3,0	8	1,10	0,56	150	70	80						23	0
06-06-92	Sloána 1	15,9	5,80	52	69	264	381	1,5	10	5,00	1,75	120	60	60						>100	19
13-07-92	Sloána 1	14,7	6,05	84	58	345	1064	8,0	84	6,90	2,13	160	60	100						>500	>500
11-08-92	Sloána 1	14,2	4,75	18	8	50	204	<0,5	10	4,30	0,61	180	150	30						40	20
09-09-92	Sloána 1	10,7	5,05	28	10	35	344	1,5	11	4,50	0,54	190	90	100						40	27
14-10-92	Sloána 1	7,2	5,10	32	12	113	258	3,5	8	3,20	0,87	140	90	50						28	7
Gj.snitt	Sloána 1	8,8	5,2	32,2	30,9	135,2	351,8	2,9	15,6	3,7	1,0	151	84	67						38,1	22,5
St.dev		5,3	0,5	22,1	22,3	96,6	256,8	2,1	24,1	1,6	0,7	27	32	27						33,7	32,8
Min		1,0	4,6	10,0	8	35	204	1,5	5	1,1	0,5	120	60	30						8,0	0,0
Max		15,9	6,1	84,0	69	345	1064	8,0	84	6,9	2,1	190	150	100						110,0	100,0
Antall (N)		10	10	10	10	10	10	9	10	10	7	7	7	7						7	8

VEDLEGG 2. Planteplankton

Tabell Kvantitative planteplanktonprøver fra Fjotlandsvatn
Volum 33/33

GRUPPER/ARTER	Dato=>	920512	920615	920713	920811	920910
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Botryococcus braunii	-	-	-	13.3	15.2	25.6
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	-	-	-	-	-	.3
Koliella sp.	6.8	-	-	-	-	-
Monoraphidium dybowskii	-	-	-	-	-	.3
Mougeotia sp. (b=10-12)	-	-	-	-	-	4.4
Oocystis marssonii	-	1.3	-	-	-	-
Oocystis subaerina v.variabilis	-	.7	-	-	-	.5
Sphaerocystis schroeteri	-	2.6	.5	-	-	.3
Sum	6.8	4.7	13.8	15.2	31.4	
Chrysophyceae (Gullalger)						
Bicosoeca sp.	-	-	-	-	.7	-
Bitrichia chodatii	-	.5	-	-	.8	3.7
Chromulina sp.	-	-	-	-	.8	-
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	-	1.6	1.6	.5	-	1.6
Craspedomonader	.3	-	.8	1.6	-	.5
Cyster av chrysophyceer	.8	-	-	-	-	-
Dinobryon crenulatum	4.8	3.2	.8	-	-	-
Dinobryon pediforme	-	-	16.8	282.6	-	.4
Dinobryon sociale v.americanum	-	1.5	-	-	-	-
Løse celler Dinobryon spp.	-	.3	.8	6.4	-	-
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	-	-	-	-	-	2.3
Mallomonas cf.angelica (M.allorgei ?)	7.0	-	-	-	-	1.0
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	10.2	8.7	6.3	15.5	-	6.9
Pseudokephyrion entzii	-	-	.4	-	-	-
Små chrysomonader (<7)	17.7	9.1	7.2	24.5	-	7.9
Store chrysomonader (>7)	8.6	8.6	7.8	18.9	-	6.0
Ubest.chrysophyceer	-	-	-	.3	-	-
Sum	49.4	33.5	42.5	352.5	30.4	
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Eunotia lunaris	-	-	-	-	2.1	-
Tabellaria flocculosa	90.8	-	-	-	-	-
Sum	90.8	-	-	-	2.1	-
Cryptophyceae						
Cryptomonas marssonii	.6	1.0	18.6	1.7	-	-
Cryptomonas sp. (l=20-22)	2.6	.2	15.9	15.9	-	12.7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	5.3	46.5	20.7	18.9	-	2.9
Sum	8.5	47.8	55.1	36.5	15.6	
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Gyrodinium aureolum	-	-	12.0	14.4	-	-
Peridinium inconspicuum	.5	-	-	-	-	-
Sum5	-	12.0	14.4	-	-
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)						
Isthmochloron trispinatum	.6	-	-	-	-	-
Sum6	-	-	-	-	-
My-alger						
Sum	37.1	12.2	11.0	19.3	9.9	
Total						
	193.7	98.2	134.4	440.1	87.2	

labeli kvantitative planteplanktonprøver fra: FJOTLANDSVATN (VA-03B-FJ0)
 Volum 3/3

GRUPPER/ARTER	Dato=>	880521	880621	880719	880820
Chlorophyceae (Grønnalger)					
Ankyra lanceolata		-	-	2.8	7.5
Botryococcus braunii		-	-	-	.7
Chlamydomonas sp. (1=8)		5.0	-	-	-
Dictyosphaerium subsolitarium		-	.3	13.1	-
Koliella sp.		45.9	1.1	19.6	14.6
Oocystis submarina v.variabilis		-	.6	.3	-
Scourfieldia cf.cordiformis		-	.3	-	-
Thelesphaera cf.alpina		180.7	-	-	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		1.5	-	-	1.6
Sum		233.0	2.2	35.8	24.3
Chrysophyceae (Gullalger)					
Bicosoeca sp.		-	-	1.5	-
Bitrichia chodatii		-	.3	7.0	-
Chromulina sp.		-	1.3	-	1.3
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		-	1.3	56.7	5.3
Chrysolykos skujai		1.9	-	-	-
Craspedomonader		-	-	.2	.2
Cyster av Chrysolykos skujai		-	.5	-	-
Cyster av chrysophyceer		4.3	.5	-	-
Dinobryon crenulatum		-	16.0	7.1	-
Dinobryon sociale v.americanum		-	.8	-	-
Løse celler Dinobryon spp.		-	4.2	-	-
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		40.1	1.9	5.5	30.8
Mallomonas cf.angelica		448.6	1.5	-	-
Mallomonas spp.		-	3.4	-	-
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		3.4	2.1	5.7	3.4
Pseudokephyrion entzii		.6	.6	.9	-
Små chrysomonader (<7)		38.9	7.7	18.6	11.5
Store chrysomonader (>7)		64.8	6.1	-	-
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		70.3	-	-	-
Sum		672.8	48.1	103.2	52.5
Cryptophyceae					
Chilomonas sp.		6.9	-	-	-
Cryptomonas arssonii		-	9.3	-	-
Cryptomonas sp.3 (1=20-22)		-	3.7	-	-
Cryptomonas spp. (1=24-28)		-	2.4	.8	.4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		21.8	95.3	37.7	.1
Sum		28.7	110.8	38.5	.5
Dinophyceae (Fureflagellater)					
Gyrodinium cf.lacustre		49.8	-	10.9	-
Ubest.dinoflagellat		7.5	-	1.9	-
Sum		57.3	-	12.8	-
My-alger					
Sum		1318.1	22.1	199.6	59.8
Total					
		2309.9	183.2	389.9	137.2

VEDLEGG 3

Primærtabeller - bunndyr

	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína	Kvína
	1	1	2	2	3	3	5	5	6	6
<i>Leptophlebia vespertina</i>	3	20	41		14		6	1	4	
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>							1			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		12	42		23	22	39	1	30	8
<i>Rhyacophila nubila</i>						1				
<i>Neurclipsis bimaculata</i>						4				
Husbyggende vårfluer					6	8	5	1	36	3
<i>Oxyethra</i> spp							19			
Vårflue pupper						2				
<i>Leuctra hippopus</i>					2	5		3	3	2
<i>Isogenus nubecula</i>						6				
<i>Amphinemura borealis</i>										
<i>Protonemoura meyeri</i>					1				15	
<i>Nemoura</i> spp							3			
Helmider spp										1
Lím										
<i>Dytiscus</i> spp.		2								

	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
	Knabe	Knabe	Knabe	Knabe	Lítleán	Lítleán	Lítleán	Lítleán	Slóan	Slóan
	n 1	n 1	n 2	n 2	a 1	a 1	a 2	a 2	a	a
<i>Leptophlebia vespertina</i>							4		1	
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>									2	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			25	3	5		5	7	59	41
<i>Rhyacophila nubila</i>				1	1					
<i>Neurclipsis bimaculata</i>	1									
Husbyggende vårfluer					1		17	9	15	7
<i>Oxyethra</i> spp										
Vårflue pupper				1				2		
<i>Leuctra hippopus</i>					5		1	26		
<i>Isogenus nubecula</i>										
<i>Amphinemura borealis</i>					2					
<i>Protonemoura meyeri</i>	3						22			
<i>Nemoura</i> spp			6				2			
Helmider									2	
Lím							3	13		
<i>Dytiscus</i> spp.				1						5

VEDLEGG 4

TEMPERATUR, FARGE (Secchi) OG SECCHI-DYP I FJOTLANDSVATN.

Dyp	12/5/92	15/6/92	15/7/92	11/8/92
1	6,2	18,	17,5	15
2	7,2	18,	17,5	15
3	7,3	18,	16,6	15
4	7,2	18,	16,6	15
5	7,2	14,5	16,6	15
6	7,2	10,2	14	14,5
7	7,2	8,3	10	13,5
8	7,2			10,5
9	7,2			
10	7,2			
12	7,1			
14	7,			
16	7,			
18	6,9			
21	6,			
Farge	gulbrun	gul	gul	gul
Siktedyp (m)	2,7	4,2	3,0	3,2

TEMPERATUR-ELVESTASJONENE

	12/11/91	11/2/92	6/4/92	12/5/92	15/6/92	13/7/92	11/8/92	9/9/92	14/10/92
Knaben 1	0,6	0	0,4	1,6	11,8	11,8	11,9	7,7	3,2
Knaben 2	1,0	0	0,4	2	14,4	14,1	12,4	8,5	4,5
Knaben 3	1,5	0	1	3	14,6	14,3	12,6	9	5
Kvina 1	1,6	0	1,5	4,3	8,9	11,1	12	9,3	5,7
Kvina 2	1,8	1	2,6	5,6	11,3	11,3	13,7	9,5	5,5
Kvina 3	2,2	0,7	3,3	6,6	18,3	17,5	14,9	11	7,2
Kvina 4	2,6	0,8	3,5	6,8	18,9	17,2	15	11	7,4
Kvina 5	2,8	0,9	3,4	7,5	17,4	16,5	15,5	11,1	7,5
Kvina 6	4,1	1,5	3,9	8	18	17,3	15,6	11,6	7,5
Sløåna	3,6	1	3,1	6,4	15,9	14,7	14,2	10,7	7,2
Littleåna 1	4,2	1,4	2,7	7,2	17	14,1	14,6	11,5	7,7
Littleåna 2	4,6	1,7	3,9	7,5	17,9	16	15,4	11,7	8

FARGE PÅ ELVEVANNET (bedømt i felt)

	12/11/91	11/2/92	6/4/92	12/5/92	15/6/92	13/7/92	11/8/92	9/9/92	14/10/92
Vannføring m ³ /sek	81,5	54,5	6,0	27,1	7,3	8,6	23,1	71	4,7
Knaben 1	klart	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Knaben 2	klart	klar	klar	klar	klar	klar	klar	gul	klar
Knaben 3	gul	gul	klar	klar	klar	klar	gul	gulbrun	klar
Kvina 1	brun	gr	klar	klar	klar	klar	klar	gul	klar
Kvina 2	gulbrun	klar	klar	klar	klar	klar	gul	gulbrun	klar
Kvina 3	brun	klar	klar	klar	klar	klar	gul	brun	klar
Kvina 4	brun	brun	gul	gulbrun	klar	klar	gul	brun	klar
Kvina 5	brun	brun	klar	klar	klar	klar	gul	brun	klar
Kvina 6	brun	gul	klar	klar	klar	klar	gul	brun	klar
Sløåna	gulbrun	klar	klar	klar	klar	klar	gul	brun	klar
Littleåna 1	brun	klar	klar	klar	klar	klar	gul	brun	klar
Littleåna 2	brun	klar	klar	klar	klar	klar	gul	brun	klar

VEDLEGG 5

STASJONSPLASSERING

STASJON	KARTBLAD	UTM
Knabåni 1	1412- III	32V LL 880 047
Knabåni 2	1412 -III	32V LL 858 149
Knabåni 3	1312 -II	32V LL 822 048
Kvina 1	1312 -II	32V LL 807 043
Kvina 2	1311 - I	32V LL 795 007
Kvina 3	1311 - I	32V LK 795 841
Kvina 4	1311 - I	32V LK 799 749
Kvina 5	1311 - I	32V LK 809 692
Kvina 6	1312 - II	32V LK 806 647
Sløåna 1	1312 - II	32V LK 810 890
Sløåna 2	1411 - IV	32V LK 799 878
Littleåna 1	1311 - I	32V LK 849 703
Littleåna 2	1311 - I	32V LK 805 661

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2251-0